



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIA LILIAN DE ARAÚJO BARBOSA

IDENTIFICAÇÃO DE VALORES DE REFERÊNCIA DIMENSIONAL
DO CÓDIGO TÁTIL SEE COLOR POR PROCESSO DE EMBOSSE PARA
APLICAÇÃO EM TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

CURITIBA

2019

MARIA LILIAN DE ARAÚJO BARBOSA

IDENTIFICAÇÃO DE VALORES DE REFERÊNCIA DIMENSIONAL
DO CÓDIGO TÁTIL SEE COLOR POR PROCESSO DE EMBOSSE PARA
APLICAÇÃO EM TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica no Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, na linha de pesquisa em Engenharia de Produto e Acústica.

Orientador(a): Profa. Dra. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto

Co-orientador: Prof. Dr. Marcio Fontana Catapan

CURITIBA

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

B238i

Barbosa, Maria Lilian de Araújo

Identificação de valores de referência dimensional do código tátil see color por processo de embossing para aplicação em tecnologias assistivas / Maria Lilian de Araújo Barbosa. – Curitiba, 2019.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2019.

Orientador: Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto. Coorientador: Marcio Fontana Catapan.

1. Pessoas com deficiência visual. 2. Microusinagem. 3. Tecnologia Assistiva. 4. Acessibilidade. I. Universidade Federal do Paraná. II. Okimoto, Maria Lucia Leite Ribeiro. III. Catapan, Marcio Fontana. IV. Título.

CDD: 371.9

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928

TERMO DE APROVAÇÃO



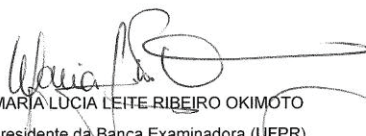
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
MECÂNICA - 40001016040P5

TERMO DE APROVAÇÃO


Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA MECÂNICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **MARIA LÍLIAN DE ARAÚJO BARBOSA** intitulada: **IDENTIFICAÇÃO DE VALORES DE REFERÊNCIA DIMENSIONAL DO CÓDIGO TÁTIL SEE COLOR POR PROCESSO DE EMBOSSEING PARA A APLICAÇÃO EM TECNOLOGIAS ASSISTIVAS**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 03 de Junho de 2019.


MARIA LÚCIA LEITE RIBEIRO OKIMOTO
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


EUGENIO ANDRES DIAZ MERINO
Avaliador Externo (Ufsc)


RAMON SIGIFREDO CORTES FAREDES
Avaliador Interno (UFPR)

DEDICATÓRIA

A Ti, amado Deus, pelo fôlego da vida.
Porque sem ele, nada podemos fazer.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família em primeiro lugar, por tudo que abriram mão nestes dois anos de dedicação ao mestrado. Foram vários momentos de ausências, mas saibam, vocês estão acima dos meus projetos pessoais e sem vocês, eu não conseguiria concluir este. Obrigada pela compreensão.

Obrigada a minha orientadora, acolhedora e perspicaz, que sem suas intervenções em momentos críticos, não seria possível a execução deste estudo. Muito obrigada também por me mostrar este universo paralelo, com seu eco sistema próprio, o da academia.

Ao Mauricio Rosenstock por disponibilizar a estrutura da RK Ferramentaria, para a fabricação das matrizes, sua inferência neste processo, foi fundamental para os resultados deste trabalho.

Ao meu coorientador, pela atenção e solicitude, com conselhos pontuais de extrema importância para me mostrar conceitos que eu desconhecia.

Os demais professores, amigos, colegas de laboratório, fornecedores, empresários, servidores, bibliotecários, secretário Jonathan, sempre atencioso com as questões acerca do programa acadêmico da instituição.

Meu desejo é que todos recebam cem vezes em bem-aventurança, tudo que fizeram a meu favor.

A vocês, Gratidão!

Esse trabalho foi financiado com uma bolsa de estudos pela Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA), fornecida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) vinculada ao Ministério da Educação (MEC) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Obrigada, pátria amada, Brasil.

Epígrafe

“Sou apenas um retalho.
Parte de algo muito maior que eu mesma.
Tudo que eu falo, escrevo, ensino e compartilho,
traz fragmentos de tantos que passaram
e passam por minha vida todos os dias.
Sou singular, mas uma pluralidade enorme
me formou e me molda
nesse aprendizado constante que é viver.
Original de verdade,
é aquele que criou todas as coisas.

(Helena Tanure.)

RESUMO

Para a inclusão de pessoas com deficiência visual em atividades e contextos que utilizem de cores, foi criado um código tátil para a sistematização do reconhecimento de cores, nominado de “*see color*”. Trata-se de um conjunto de símbolos, inspirados no braille, que pretende sistematizar o reconhecimento de cores em uma linguagem universal, por meio do contato tátil. Foi identificada uma lacuna para identificar processos que viabilizassem sua aplicação, em diferentes materiais, e que mantivessem suas características morfológicas e dimensionais. Foi proposto o processo de embossing para esta aplicação, no entanto, para este processo, foi necessário o desenvolvimento de matrizes, do tipo macho e fêmea, contemplando especificações de projeto, seleção do material Toolox 44 e a fabricação das matrizes, contendo os micro elementos do see color que foram produzidos por processo de micro usinagem high speed. Os resultados apontaram manutenção das características morfológicas e dimensionais dos elementos do see color nas matrizes após usinagem e boa estampabilidade a frio nos materiais: Metal, PVC expandido e Papel cartão em formato de lâminas, pelo processo de embossing. Acredita-se que os resultados deste trabalho, servirá de suporte para o desenvolvimento de tecnologias e processos industriais que possibilitem a inserção do código em uma variedade de produtos e embalagens. Desta maneira, poderá promover maior inclusão e autonomia da Pessoa com Deficiência Visual, em seu dia a dia, nos contextos de uso e seleção da cor em produtos, sendo este um avanço tecnológico e social. Enfatiza-se a interdisciplinaridade entre design e engenharia para a criação e fabricação desta ferramenta com pedido de patente no INPI por sua inovação e modelo de utilidade.

Palavras-chave: See color; Embossing; Micro usinagem; Aferição Dimensional, Tecnologia Assistiva,

ABSTRACT

For the inclusion of people with visual impairment in activities and contexts using colors, a tactile code was created to systematize color recognition, named "see color". It is a set of symbols, inspired by Braille, that seeks to systematize the recognition of colors in a universal language through tactile contact. A gap was identified to identify processes that allowed its application in different materials and that maintained their morphological and dimensional characteristics. It was proposed the embossing process for this application, however, for this process, it was necessary the development of matrices, of the male and female type, contemplating design specifications, selection of the Toolox 44 material and the fabrication of the matrices, containing the microelements of the see color which were produced by high-speed micromachining process. The results indicated the maintenance of the morphological and dimensional characteristics of the see color elements in the matrices after machining and good cold stamping in the materials: Metal, expanded PVC and Paper in cardboard format, by embossing process. It is believed that the results of this work will support the development of technologies and industrial processes that allow the insertion of the code in a variety of products and packaging. In this way, it can promote greater inclusion and autonomy of the Visually Impaired Person, in their day to day, in the contexts of use and color selection in products, being this a technological and social advance. It emphasizes the interdisciplinarity between design and engineering for the creation and manufacture of this tool with patent application in INPI for its innovation and utility model

Keywords: See Color; Embossing; Micro milling; Dimensional Metrology, Assistive Technology

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - SEE COLOR EM PLA, ABS, RGD720 POR MANUFATURA ADITIVA .	17
FIGURA 2 - PLA, RESINA RGD 720 PAPEL SWELL PAPER	18
FIGURA 3 - SEE COLOR SELECIONADOS.....	20
FIGURA 4 - RPDTA - INSTITUIÇÕES E OBJETIVOS DE ATUAÇÃO.....	22
FIGURA 5 - SÍNTESE VISUAL DOS CAPÍTULOS.....	23
FIGURA 6 - ESTRUTURA DOCUMENTO	24
FIGURA 7 - REVISÃO TÉORICA 1	25
FIGURA 8 - ARRANJO GEOMÉTRICO DOS PONTOS EM BRAILLE	27
FIGURA 9 - DIMENSÕES DO PONTOS EM BRAILLE.....	28
FIGURA 10 - ETIQUETA PARA ROUPAS COM BRAILLE	29
FIGURA 11 - CÓDIGO DE CORES – SEE COLOR.....	32
FIGURA 12 - ELEMENTOS SEE COLOR NO CÍRCULO CROMÁTICO	33
FIGURA 13 - CLASSIFICAÇÃO MATERIAIS SEGUNDO SHACKELFORD.	34
FIGURA 14 - CRITÉRIOS SELEÇÃO DE PROCESSOS.....	35
FIGURA 15 - CRITÉRIOS SELEÇÃO DE MATERIAIS	36
FIGURA 16 - PVC EM ETIQUETAS ACESSÍVEIS	39
FIGURA 17 - PAPEL CARTÃO TRIPLEX	40
FIGURA 18 - TAG EM PAPEL CARTÃO COM BRAILLE	41
FIGURA 19 - EMBOSSING MANUAL COM REGLETE	42
FIGURA 20 - EMBOSSING MECÂNICO MANUAL E AUTOMATIZADO	43
FIGURA 21 - BRAILLE POR SERIGRAFIA.....	43
FIGURA 22 - DESCOLAMENTO BRAILLE POR SERIGRAFIA.....	44
FIGURA 23 - RUGOSIDADE.....	46
FIGURA 24 - CLASSE DE RUGOSIDADE.....	46
FIGURA 25 - REVISÃO TEÓRICA 2	53
FIGURA 26 - FUNIL DE CRIAÇÃO DE CONHECIMENTO.....	59
FIGURA 27 - ESTRUTURA DA PESQUISA.....	60
FIGURA 28 - KTA - FASE 3	61
FIGURA 29 - MEDIÇÃO PONTO BRAILLE.....	62
FIGURA 30 - PRENSA MANUAL TIPO BALACIM	63
FIGURA 31 - VERSÃO PROTÓTIPO EM ALUMÍNIO 6061	64
FIGURA 32 - CONCEITO MATRIZES MACHO E FÊMEA.....	65

FIGURA 33 - ACOPLAMENTO MATRIZ MACHO E FÊMEA	65
FIGURA 34 - ELEMENTOS SEE COLOR VERMELHO	67
FIGURA 35 - ELEMENTOS SEE COLOR AMARELO	68
FIGURA 36 - ELEMENTOS SEE COLOR BRANCO	69
FIGURA 37 - PROJETO DE PERFIL.....	70
FIGURA 38 - TRAÇADOR DE ALTURA	71
FIGURA 39 - BLOCO PADRÃO MAGNÉTICO	71
FIGURA 40 - MICROSCÓPIO AFERIÇÃO SEE COLOR NAS MATRIZES	72
FIGURA 41 - RECORTE DAS AMOSTRAS EM METAL	74
FIGURA 42 - DINAMÔMETRO MODELO DD-300.....	75
FIGURA 43 - DIMENSÃO MATRIZ EM AÇO TOOLUX 44 E CALÇO PLA.....	75
FIGURA 44 - BALANÇIM COM INSTRUMENTOS ACOPLADOS	76
FIGURA 45 - INSTRUMENTOS E AMOSTRAS USADOS NO EMBOSSEING.....	76
FIGURA 46 - OPERADORES MEDIÇÕES	78
FIGURA 47 - MICRÔMETRO DIGITAL MITUTOYO	78
FIGURA 48 - RUGOSÍMETRO ELETRÔNICO PORTÁTIL.....	79
FIGURA 49 - FASE 4 - KTA	81
FIGURA 50 - LEITURA TÁTIL DO BRAILLE.....	82
FIGURA 51 - INFOGRÁFICO EMBALAGEM ACESSÍVEL	82
FIGURA 52 - MATRIZES IMPRESSÃO LIVROS EM BRAILLE.	83
FIGURA 53 - SOFTWARE FEATURECAM.....	85
FIGURA 54 - TORNO MAZAK SMART 250	85
FIGURA 55 - MIKRON HSM 500LP EXTERNO E INTERNO	86
FIGURA 56 - FRESAS UTILIZADAS NA HSM 500LP	87
FIGURA 57 - CARACTERÍSTICAS MATRIZ SEE COLOR – VERSÃO 1	87
FIGURA 58 - MATRIZES PLÁSTICAS.....	88
FIGURA 59 - PLANIFICAÇÃO BASE BALANÇIM	89
FIGURA 60 - DEFORMAÇÃO MATRIZ MACHO EM ALUMÍNIO.....	89
FIGURA 61 - REQUISITOS DE PROJETO.....	91
FIGURA 62 - ELEMENTOS - SEE COLOR.....	92
FIGURA 63 - MATRIZES EM AÇO TOOLUX 44.....	93
FIGURA 64 - LIMPEZA MATRIZES	96
FIGURA 65 - INTERPRETAÇÃO DOS GRÁFICOS.....	97
FIGURA 66 - IDENTIFICAÇÃO ELEMENTOS SEE COLOR VERMELHO	98

FIGURA 67 - ELEMENTOS SEE COLOR AMARELO - M	99
FIGURA 68 - ELEMENTOS SEE COLOR BRANCO - G	101
FIGURA 69 - EMBOSsing SEE COLOR VERMELHO P.....	103
FIGURA 70 - EMBOSsing SEE COLOR AMARELO M.....	104
FIGURA 71 - EMBOSsing SEE COLOR BRANCO G	104
FIGURA 72 - LINHA DO TEMPO DESENVOLVIMENTO TRABALHO	118

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - PERCENTUAL DE MATERIAL IND. EMBALAGENS	37
GRÁFICO 2 - EVOLUÇÃO TEMA ANO A ANO	56
GRÁFICO 3 - MATRIZ MACHO E FÊMEA VERMELHO P	98
GRÁFICO 5 - MATRIZ MACHO E FÊMEA AMARELO M	100
GRÁFICO 7 - MATRIZ MACHO E FÊMEA BRANCO - G	101
GRÁFICO 9 - OPERADORES AMOSTRA VERMELHO P – METAL.....	106
GRÁFICO 10 - OPERADORES AMOSTRA VERMELHO P - PVC	107
GRÁFICO 11 - OPERADORES AMOSTRA VERMELHO P – PAPEL CARTÃO	107
GRÁFICO 12 - OPERADORES AMOSTRA AMARELO M – METAL.....	108
GRÁFICO 13 - OPERADORES AMOSTRA AMARELO M – PVC	108
GRÁFICO 14 - OPERADORES AMOSTRA AMARELO M – PAPEL CARTÃO	109
GRÁFICO 15 - OPERADORES AMOSTRA BRANCO G – METAL	109
GRÁFICO 16 - OPERADORES AMOSTRA BRANCO G – PVC.....	110
GRÁFICO 17 - OPERADORES AMOSTRA BRANCO G – PAPEL CARTÃO.....	110

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - MEDIDAS CELULA E PONTO BRAILLE	27
QUADRO 2 - EXPERIMENTOS APLICAÇÃO BRAILLE	30
QUADRO 3 - RELAÇÃO DE PERIÓDICOS QUE PUBLICAM SOBRE O TEMA.....	55
QUADRO 4 - DIMENSÕES SEE COLOR VERMELHO NAS MATRIZES.....	67
QUADRO 5 - DIMENSÕES SEE COLOR AMARELO NAS MATRIZES	68
QUADRO 6 - DIMENSÕES SEE COLOR BRANCO NAS MATRIZES	69
QUADRO 7 - MATERIAIS SELECIONADOS E CARACTERÍSTICAS	73
QUADRO 8 - QUANTIDADE DE AMOSTRAS USADAS NOS EXPERIMENTOS	77
QUADRO 9 - TRADUÇÃO DOS REQUISITOS DE PROJETO	90
QUADRO 10 - INDICAÇÃO DOS ELEMENTOS SEE COLOR	91
QUADRO 11 - OPERAÇÕES DA MIKRON HSM 500 LP	94
QUADRO 12 - COMPRESSÃO EM KGF NAS AMOSTRAS.....	105
QUADRO 13 - RUGOSIDADE MATERIAIS AMOSTRAS	105

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - LIMITES E TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS VERMELHO P	99
TABELA 2 - LIMITES E TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS AMARELO M	100
TABELA 3 - LIMITES E TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS BRANCO G	102
TABELA 4 - CONFORMIDADE AFERIÇÃO MATRIZES.....	102
TABELA 5 - ANOVA AFERIÇÃO AMOSTRAS.....	111
TABELA 6 - CONFORMIDADE AMOSTRAS	111

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABRE	- Associação Brasileira de Embalagem
ADA	- American with Disabilities Act
CBB	- Comissão Brasileira do Braille
CGEE	- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CONADE	- Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência
CME	- Centro de Microscopia Eletrônica
DEMEC	- Departamento de Engenharia mecânica
ERP	- Enterprise Resource Planning
GUM	- Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	- Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
INPM	- Instituto Nacional de Pesos e Medidas
KTA	- Knowledge Translation Action
LABERG	- Laboratório de Ergonomia e Usabilidade
LATES	- Laboratório Aplicado de Tecnologia da Soldagem
LBI	- Lei Brasileira de Inclusão
ONU	- Organização das Nações Unidas
PcD	- Pessoa com Deficiência
PcDV	- Pessoa com Deficiência Visual
PIM-PF	- Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física
RBA	- Revisão Bibliográfica Assistemática
RBS	- Revisão Bibliográfica Sistemática
RMC	- Requisitos Metrológicos do Cliente
TA	- Tecnologias Assistivas
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
VIM	- Vocabulário Internacional de Metrologia
WHO	- World Health Organization

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABRE	- Associação Brasileira de Embalagem
ADA	- American with Disabilities Act
CBB	- Comissão Brasileira do Braille
CGEE	- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CONADE	- Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência
CME	- Centro de Microscopia Eletrônica
DEMEC	- Departamento de Engenharia mecânica
ERP	- Enterprise Resource Planning
GUM	- Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	- Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
INPM	- Instituto Nacional de Pesos e Medidas
KTA	- Knowledge Translation Action
LABERG	- Laboratório de Ergonomia e Usabilidade
LATES	- Laboratório Aplicado de Tecnologia da Soldagem
LBI	- Lei Brasileira de Inclusão
ONU	- Organização das Nações Unidas
PcD	- Pessoa com Deficiência
PcDV	- Pessoa com Deficiência Visual
PIM-PF	- Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física
RBA	- Revisão Bibliográfica Assistemática
RBS	- Revisão Bibliográfica Sistemática
RMC	- Requisitos Metrológicos do Cliente
TA	- Tecnologias Assistivas
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
VIM	- Vocabulário Internacional de Metrologia
WHO	- World Health Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	17
1.2 PROBLEMA DA PESQUISA	19
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	20
1.4 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS	21
1.5 VIABILIDADE DO ESTUDO	21
1.6 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	23
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
2.1 FASE 1 – REVISÃO TEÓRICA 1	25
2.1.1 Braille	26
2.1.1.1 Normatização do braille	27
2.1.2 Tecnologia assistiva e See color	31
2.1.3 Seleção de materiais	34
2.1.3.1 Metal.....	37
2.1.3.2 Plástico	38
2.1.3.3 Papel	39
2.1.4 Embossing.....	41
2.1.5 Textura e rugosidade.....	44
2.1.6 Matrizes e Micro usinagem.....	47
2.1.6.1 Material das matrizes.....	48
2.1.7 Prensa manual	48
2.1.8 Metrologia Dimensional	49
2.2 FASE 2 – REVISÃO TEÓRICA 2.....	52
3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS - FASE 3	58
3.1 PROCEDIMENTO ORGANIZACIONAL DA PESQUISA	58
3.2 PESQUISA EXPLORATÓRIA E VISITAS TÉCNICAS	61
3.3 FABRICAÇÃO DE MATRIZES	63
3.3.1 Diretrizes de projetos fabricação Matrizes	63
3.3.2 Tolerâncias aplicadas ao projeto das matrizes.	66
3.3.3 Aferição Dimensional das Matrizes.....	70
3.4 APLICAÇÃO DO <i>SEE COLOR</i> , NOS MATERIAIS SELECIONADOS;.....	73
3.4.1 Preparação das Amostras	73

3.4.2	Aferição Dimensional nas amostras	77
3.4.3	Análises descritivas das aferições e rugosidade	79
4	RESULTADOS - FASE 4	81
4.1	RESULTADO DA PESQUISA EXPLORATÓRIA.....	81
4.2	RESULTADO DA FABRICAÇÃO DAS MATRIZES	84
4.2.1	Torneamento das matrizes	84
4.2.2	Micro usinagem por high speed machining	86
4.2.3	Resultado fabricação protótipo 1 em alumínio 6061	87
4.2.4	Especificação de limites inferiores e superiores nas matrizes.....	91
4.2.5	Resultado fabricação protótipo 2 em Toolox 44	92
4.3	RESULTADO AFERIÇÃO DIMENSIONAL SEE COLOR NAS MATRIZES ..	94
4.3.1	Aferição dimensional das matrizes no projetor de perfil	95
4.4	RESULTADO EMBOSING DO SEE COLOR NAS AMOSTRAS.....	103
4.5	RESULTADO DA COMPRESSÃO DOS MATERIAIS DAS AMOSTRAS...	104
4.6	RESULTADO RUGOSIDADE DOS MATERIAIS DAS AMOSTRAS	105
4.7	RESULTADO AFERIÇÃO DIMENSIONAL SEE COLOR AMOSTRAS	106
5	CONCLUSÕES	113
5.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	119
	REFERÊNCIAS	121
	APÊNDICE 1 - TABELAS AFERIÇÕES E TOLERÂNCIAS MATRIZES...	131
	APÊNDICE 2 – DESENHOS TÉCNICOS MATRIZ VERMELHO P.....	133
	APÊNDICE 3 – DESENHOS TÉCNICOS MATRIZ AMARELO M	135
	APÊNDICE 4 – DESENHOS TÉCNICOS MATRIZ BRANCO G.....	137
	APÊNDICE 5 – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP)	141
	APÊNDICE 6 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE).....	139
	ANEXO 1 – FICHA TÉCNICA CHAPA DE PVC EXPANDIDO	142
	ANEXO 2 – FICHA TÉCNICA CHAPA ALUMÍNIO LIGA 1100 / H14.....	143
	ANEXO 3 – FICHA TÉCNICA PAPEL CARTÃO 250gr	144
	ANEXO 4 – MANUAL BALANÇIM	145
	ANEXO 5 – MANUAL DINAMÔMETRO	146

1 INTRODUÇÃO

Na busca por inclusão da Pessoa com Deficiência Visual (PcDV), no contexto da vida diária, pesquisadores de diversos países, têm procurado desenvolver Tecnologias Assistivas (TA), que facilitem e promovam a interação das PcDV. Dentre eles podemos citar: Ramsamy-Iranah; Filipa Nogueira Pires; Constanza Bonilla Monroy, entre outros.

Estes pesquisadores tem investigado maneiras de auxiliar pessoas com deficiência visual, a identificarem cores, desenvolvendo produtos, ferramentas, métodos, códigos e interações virtuais para este fim. A sua motivação, é tornar possível, a inclusão e autonomia da PcDV, na identificação de cores no contexto da vida diária.

No Brasil, uma das soluções de TA, para PcDV, foi proposta pelo grupo de pesquisadores da Universidade Federal do Paraná (UFPR), do Laboratório de Ergonomia e Usabilidade (LABERG), com a criação de um código de cores para PcDV, nominado de *see color*. Trata-se de um conjunto de símbolos, inspirados no braille, que pretende sistematizar o reconhecimento de cores primárias, secundárias, preto e branco e a partir destas, outras tonalidades, em uma linguagem universal, para comunicar as cores por meio do contato tátil com PdCV. (INPI, 2017).

A comunicação inclusiva, no Brasil é obrigatória, com o uso do braille, em sinalização de ambientes internos e externos, de acordo com a norma de acessibilidade, NBR 9050 (2015), para dar autonomia e liberdade de ir e vir, à pessoa com deficiência. No entanto, a identificação de cores em materiais gráficos, informativos, didáticos ou produtos de consumo, ainda é uma barreira, para a PcDV, dificultando sua inclusão em atividades comuns do dia a dia, pois as cores podem auxiliar na melhor assimilação de informações.

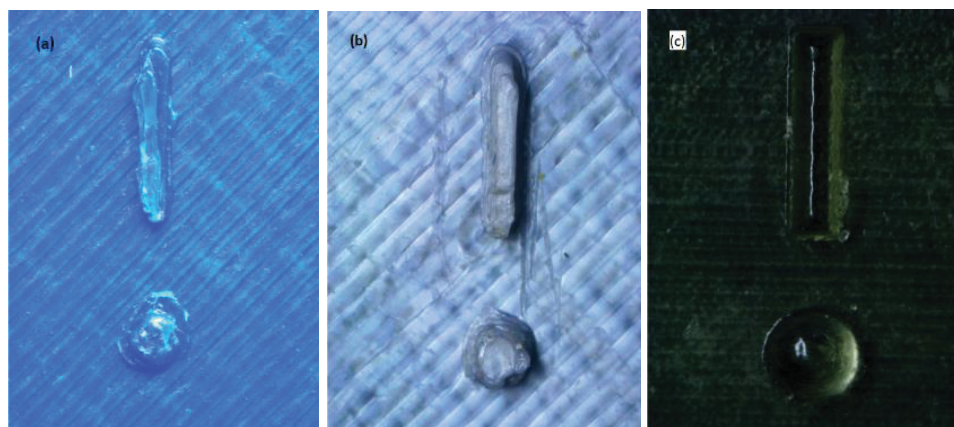
A proposta de estudo é a fabricação de matrizes do tipo macho e fêmea, por microusinagem, para aplicação do *see color*, por processo de embossing em diferentes materiais. O embossing é utilizado para aplicação do braille em produtos gráficos, no entanto, a aplicação do *see color*, por embossing, com uso de matrizes, mostra o ineditismo e originalidade deste estudo.

1.1 JUSTIFICATIVA

Vieira, Okimoto, Marchi, Paredes e Marques (2017) apresentam um estudo onde avaliaram as características dimensionais dos elementos do código tátil see color, produzido pela manufatura aditiva, utilizando três diferentes materiais: PLA, ABS e Resina RGD720. Os resultados apresentados apontam para a necessidade de um processo que mantenha as características morfológicas e critérios de qualidade dimensional para garantir uma percepção tátil mais eficiente para os cegos.

Na comparação entre os três materiais, os autores demonstram que a melhor qualidade morfológica e dimensional dos elementos foi alcançada com a resina acrílica RGD720, que apresenta aparência brilhante e suave ao tato e menor irregularidade. o ABS foi classificado como uma qualidade visual intermediária quando comparado ao PLA e à resina e o PLA, apresenta maior deformação e irregularidade dos elementos do see color conforme mostra a FIGURA 1. (VIEIRA et al, 2017).

FIGURA 1 - SEE COLOR EM PLA, ABS, RGD720 POR MANUFATURA ADITIVA



FONTE: VIEIRA ET AL (2017)

LEGENDA: A) PLA; B) ABS; C) RGD720

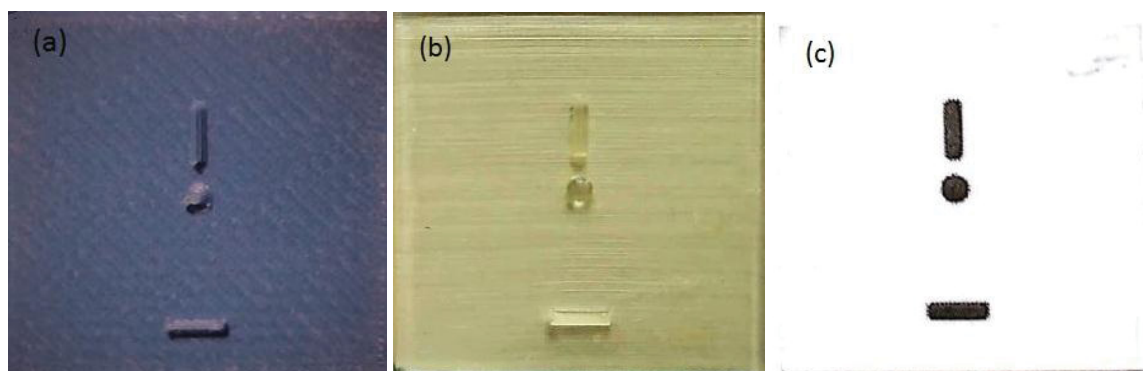
Os autores salientam que as diferentes geometrias do código formadas pelo ponto, a linha o relevo dos elementos e a área entre eles, apresentaram variações morfológicas e dimensionais nos diferentes materiais.

Considera-se Morfologia, o estudo da forma, da configuração, da aparência externa da matéria além da composição da estrutura de um material. Os autores enfatizaram a necessidade da perfeita morfologia do código e identificação de valores de referência dimensional dos elementos do see color para sua percepção tátil e

decodificação da informação, ou seja, o reconhecimento da cor sistematizada pelo código.

Marchi (2019), desenvolveu protótipos iniciais do see color em manufatura aditiva em PLA, Resina RGD 720 (FIGURA 2) e impressão em papel micro encapsulado pôr termo fusão.

FIGURA 2 - PLA, RESINA RGD 720 PAPEL SWELL PAPER



FONTE: MARCHI (2019)

LEGENDA: A) PLA; B) RGD720; C) SWELL PAPER

No entanto, estes processos são complexos, de difícil execução, controle dimensional e custos elevados, o que dificultaria sua aplicação em produtos industriais em diferentes materiais. Portanto, identificou-se uma lacuna, que este estudo buscou atender, que é a manutenção das características morfológicas e dimensionais do see color, após aplicação em diferentes materiais, pelo processo de embossing, contribuindo e dando continuidade aos estudos de Marchi (2019), que delimitou seu trabalho, na criação do código, indicando para trabalhos futuros, o desenvolvimento de tecnologias para sua aplicação em processos industriais.

Este estudo justifica-se no contexto técnico, atendendo aos requisitos e aderência, ao programa de Engenharia de Mecânica, pelo desenvolvimento de ferramental, para aplicação do código de cores por processo de embossing.

Abordam-se os aspectos de micro usinagem e metrologia dimensional, equipamentos e processos necessários para fabricação e aferição dimensional de pequenos elementos com escala centesimal, para assim, identificar parâmetros dimensionais e ajustes necessários para aplicação do see color em diferentes materiais, pelo processo de embossing para permitir sua produção e normatização, dentro dos parâmetros definidos na NBR 9050 (2015) para símbolos táteis. Trata-se de um estudo com características quali-quantitativa.

De maneira geral, todos os fenômenos e problemas que as ciências enfrentam atualmente são tão complexos e diversos, que o uso de um único enfoque, tanto quantitativo, como qualitativo, é insuficiente para trabalhar esta complexidade. Daí a necessidade dos métodos mistos (SAMPIERI, CALLADO E LUCIO. 2013 pg. 553),

Justifica-se este estudo pois, além de preencher uma lacuna identificada nos estudos de Marchi, apresenta uma proposta de aplicação do *see color*, em diferentes materiais para aplicação em produtos, utilizando matrizes do tipo macho e fêmea acopladas em um balancim manual, existente no mercado, dando um novo uso a este artefato, viabilizando esta tecnologia de baixo custo, com objetivo de promover maior disseminação deste recurso, para inclusão e autonomia de pessoas com deficiência visual, no reconhecimento de cores. Portanto, possui relevância técnica, científica e social, com caráter inédito.

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Conforme proposto por Marchi (2019) o código de cores *see color* deve obedecer aos parâmetros dimensionais, referenciados pelo braille, nos padrões estabelecidos para símbolos táteis, apresentados na NBR 9050 (ABNT,2015).

Nos experimentos com aplicação do *see color*, por meio de manufatura aditiva, realizados por Marchi (2019), observou-se que este processo tem difícil controle dimensional, é caro e sua adequação aos processos industriais em larga escala é inviável. Portanto, foi identificada uma lacuna na definição de parâmetros para aplicação do *see color*, em materiais e processos, que mantenham suas características morfológicas e dimensionais e sua aplicação em produtos industriais de maneira a disponibilizar, de forma mais abrangente, este recurso à PcDV.

Assim, algumas questões que surgiram foram: Quais materiais poderiam ser utilizados para aplicar o *see color*, sem a perda das características morfológicas e dimensionais de seus elementos? Como aplicar o *see color* nestes materiais? Qual o processo de aplicação com melhor custo e benefício que garanta a qualidade tátil dos elementos?

Baseado nas questões apresentadas, formulou-se a proposta para este estudo, que foi a criação de matrizes para a aplicação do *see color*, por processo de embossing, em diferentes materiais em formato de lâminas, com o objetivo de manter

as características morfológicas, dimensionais e qualidade tátil dos elementos do *see color*, aferindo-se seu dimensional, após sua aplicação nos materiais selecionados.

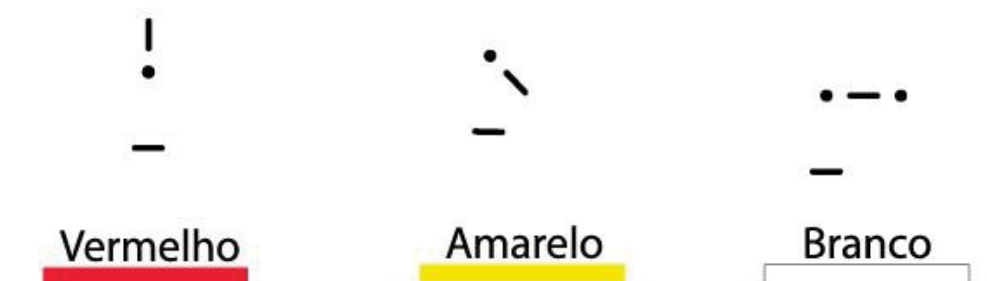
Portanto, a questão central que este estudo busca responder: É possível, manter as características morfológicas e dimensionais do *see color*, definidas na norma NBR 9050 (2015) para símbolos táteis, após aplicação pelo processo de embossing, em diferentes classes de materiais?

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo é delimitado pela aplicação dos elementos do *see color*, pelo processo de embossing em 03 classes de materiais selecionados: um metal, o Alumínio H14 / Liga 1100 com 0,30mm de espessura; Um polímero, o Policloreto de Vinila (PVC) expandido, com espessura de 0,30mm; Um compósito, celulósico, representado pelo Papel Cartão com gramatura de 250gr e espessura de 0,30mm, e análise da forma e seu dimensional, comparando os resultados alcançados com os valores dimensionais estabelecidos na norma NBR 9050 (2015). As fichas técnicas dos materiais descritos encontram-se no ANEXO 1.

As cores do código tátil *see color*, selecionadas para este estudo, são: Vermelho, no tamanho P; Amarelo, no tamanho M; Branco no tamanho G. Estas três cores, representam os elementos gráficos das demais tonalidades, que se repetem, em posições alternadas conforme FIGURA 3.

FIGURA 3 - SEE COLOR SELECIONADOS



FONTE: MARCHI (2019)

A Aferição dimensional é caracterizada por sua geometria, nos aspectos do: diâmetro do ponto, comprimento da linha, largura da linha, altura do relevo dos

elementos, e a distância, entre elementos. A Análise visual é definida pela observação da deformação ou não, dos elementos do *see color*, após aplicação nos materiais selecionados, pelo processo de embossing.

Não está contemplado no escopo desta trabalho, ensaios com os materiais, para a análise de suas propriedades mecânicas, térmicas, elétricas, magnéticas, óticas ou químicas, das matrizes ou das amostras.

1.4 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo geral deste estudo, é: identificar valores de referência dimensional e manutenção das características morfológicas dos elementos do *see color*, pelo processo de embossing, nas 03 classes de materiais selecionados, tendo como referência para análise e comparação, a NBR 9050 (2015).

Para atingir o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Compreender o processo de aplicação de símbolos táteis por processo de embossing, por meio de referencial teórico e visitas técnicas no contexto dos temas que compõem este estudo;
- b) Estabelecer diretrizes de projeto e padrões dimensionais de tolerância para fabricação de matrizes, para o processo de embossing;
- c) Aplicar o código tátil *see color*, nas cores e tamanhos definidos, pelo processo de embossing, nas amostras dos materiais selecionados;
- d) Aferir e avaliar o dimensional dos elementos do *see color*, aplicados nas amostras, nos aspectos de sua geometria, tendo como parâmetro dimensional, a norma NBR 9050 (2015) no item 5.2.9.2 para linguagem tátil;

1.5 VIABILIDADE DO ESTUDO

Este estudo foi custeado com uma bolsa da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA).

A RPDTA, foi iniciada após aprovação do edital PGPTA/MCTI/CAPES nº59/2014, e é composta de uma rede de cooperação entre 5 universidades brasileiras: Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e a Universidade Estadual Paulista –

Campus Bauru (UNESP-Bauru), e seus respectivos programas de pós-graduação em Engenharia e Design.

A estrutura atual da RPDTA e seus objetivos de acordo com cada instituição é explicada no infográfico, conforme FIGURA 4.

FIGURA 4 - RPDTA - INSTITUIÇÕES E OBJETIVOS DE ATUAÇÃO

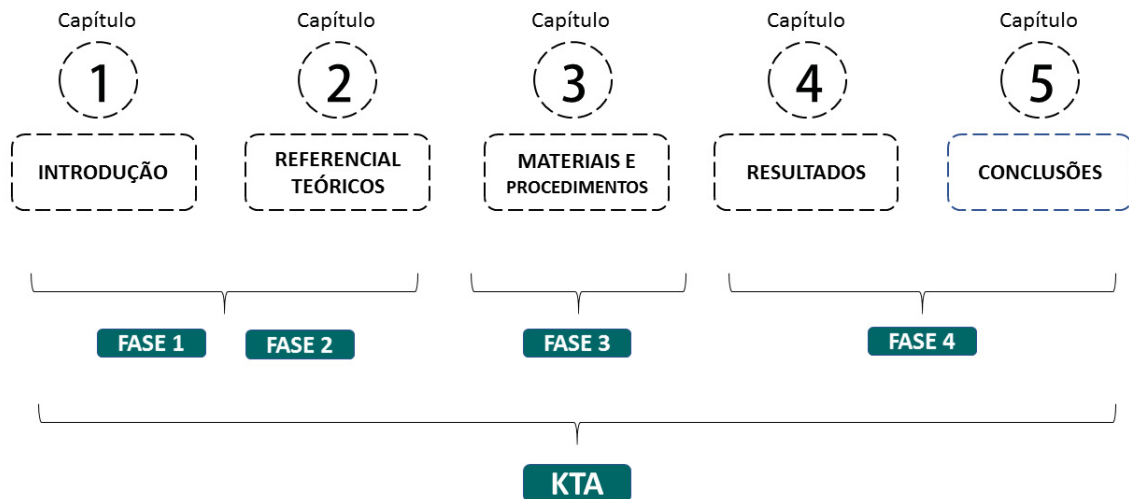


FONTE: MERINO; PICHLER; MERINO, (2018).

1.6 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

O presente documento encontra-se organizado em cinco capítulos, como descritos na sequência (FIGURA 5).

FIGURA 5 - SÍNTESE VISUAL DOS CAPÍTULOS



FONTE: A autora (2019)

Neste capítulo de introdução, foram apresentados a motivação, justificativa, o problema da pesquisa e sua delimitação, o objetivo geral e específicos e apresentação da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA);

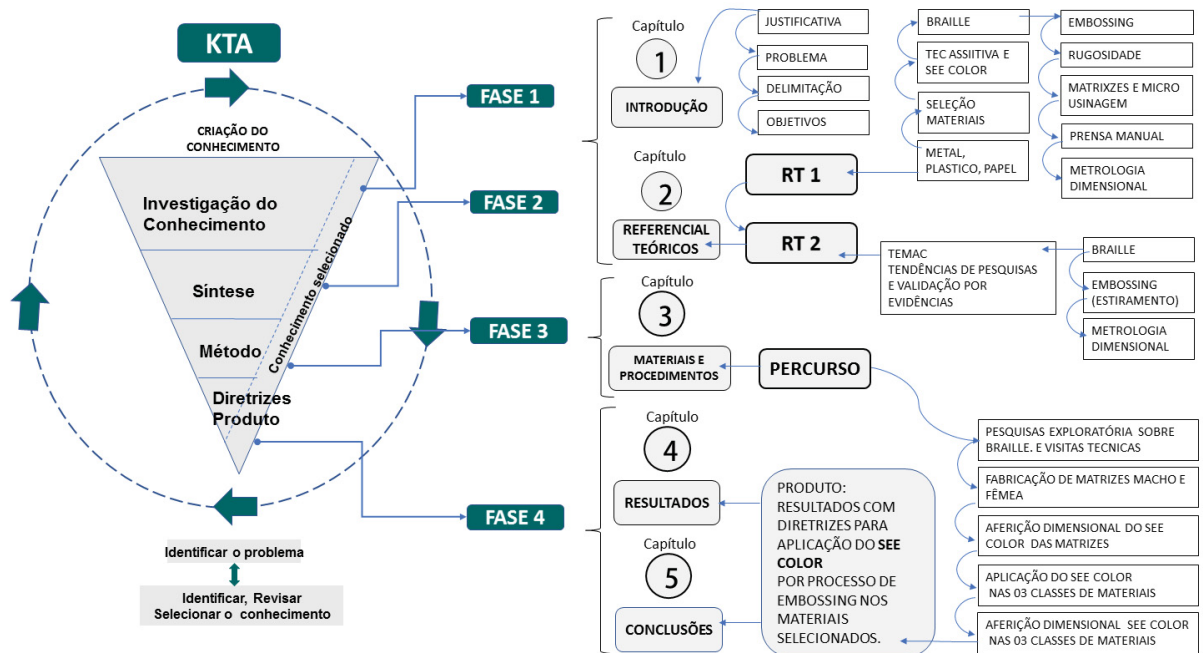
No capítulo 2, é apresentado o referencial teórico com os assuntos abordados neste estudo: Braille; Tecnologias assistivas e See color; seleção de materiais, embossing; rugosidade; matrizes e micro usinagem; prensa manual e metrologia dimensional;

O capítulo 3 apresenta e explica detalhadamente o modelo *Knowledge Translation Action* (KTA), usado para o planejamento e organização das etapas deste estudo, os materiais e procedimentos experimentais;

O capítulo 4 apresenta os resultados alcançados, alinhados com os objetivos propostos;

Por fim, o capítulo 5 discute e analisa os resultados da pesquisa, conforme a sequência das etapas, com as considerações e conclusões do estudo e sugestões para trabalhos futuros. Uma síntese visual do KTA e organização das etapas destes estudos são mostradas na FIGURA 6.

FIGURA 6 – ESTRUTURA DOCUMENTO



FONTE: A autora (2019).

As referências bibliográficas, os anexos e apêndices com informações complementares, apontadas no decorrer do texto, estão no final deste documento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

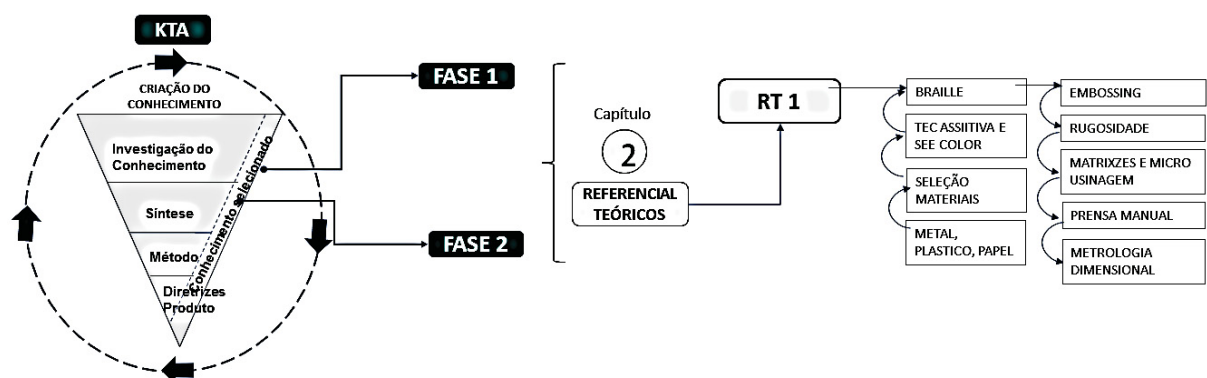
Para este estudo, o levantamento bibliográfico, contemplou duas abordagens exploratórias. A Revisão Teórica 1 (RT1), com foco na busca por contexto e entendimento dos temas que compõem este estudo e a segunda Revisão Teórica (RT2), usou o modelo de Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado (TEMAC), com o objetivo de entender as tendências de estudo sobre os temas abordados neste trabalho.

2.1 FASE 1 – REVISÃO TEÓRICA 1

Na RT1, não foi utilizado critérios sistemáticos para a busca, seleção, interpretação e análise das informações encontradas nos estudos. Trata-se de uma revisão assistemática, onde a seleção e interpretação de dados, podem ser subjetivas, a critério dos autores, sendo válidas e adequadas para a fundamentação teórica em abordagens qualitativas e contextualização do problema da pesquisa (ROTHER,2007; SAMPIERE; COLLADO; LUCIO; 2013).

Os temas relevantes para a fundamentação deste trabalho na RT1, são apresentados seguindo o percurso definido no KTA, mostrada na FIGURA 7. O braille, por ser o símbolo tátil de referência dimensional para a criação do see color. Uma breve descrição das características do see color, a seleção e características dos materiais selecionados, fabricação de matrizes e micro usinagem, o processo de embossing com uso de prensa manual e a metrologia, que é o processo de aferição dimensional.

FIGURA 7 - REVISÃO TEÓRICA 1



FONTE: A autora (2019)

2.1.1 Braille

A criação do see color, tem suas características dimensionais, referenciadas pelo símbolo tátil braille.

O início de pesquisas e tentativas de inclusão e comunicação de PcDV, não são recentes. Segundo Dias e Almeida (2017), em 1784, Valentin Haüy, iniciou o ensino de leitura para cegos e posteriormente, fundou o Instituto Real dos Jovens Cegos, em Paris. Haüy, utilizava letras do alfabeto em relevo para que fossem percebidas pelos dedos. Tratava-se de caracteres móveis que, ao serem manuseados proporcionavam a aprendizagem de letras, números e frases.

Posteriormente, Charles Barbier de La Serre, capitão de artilharia francesa, criou, em 1808, um sistema de pontos em relevo denominado Código Militar com Sonografia ou Escrita Noturna para comunicação militar, usado para transmissão de mensagens entre soldados nas campanhas de guerra. Barbier indicou seu uso, para o Instituto Real dos Jovens Cegos, em Paris, para ser utilizado por alunos cegos.

Louis Braille, que estudava no instituto, ao tomar conhecimento do invento, adequou-o, aproveitando a significação tátil dos pontos em relevo, aperfeiçoando-o, reduzindo o número de pontos da cela, de doze para seis. O código foi alterado também, relacionando os pontos com a letra escrita. Estas alterações permitiram a criação do código braille em 1825, como é conhecido atualmente. Braille chamou o código tátil de Procédé de L. Braille (DIAS; ALMEIDA, 2017).

O Procédé de L. Braille foi trazido ao Brasil em 1850 por José Álvares de Azevedo, que era cego. O sistema braille foi adotado, a partir de 1854, com a criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje conhecido como Instituto Benjamin Constant. O nome do sistema foi mudando gradativamente de Sistema de Louis Braille para Sistema de Braille e, finalmente, para Sistema Braille (IBC, 2014; BRASIL, 2006).

Em 2005, a Comissão Brasileira do Braille (CBB) recomendou a grafia braille, com “b” minúsculo e dois “l” (éles), respeitando a forma original francesa, internacionalmente empregada. Porém, quando se referir ao educador Louis Braille ou quando o sobrenome Braille fizer parte do nome de instituições, grafa-se Braille, com “B” maiúsculo. A CBB manteve a grafia “sistema braille”. (IBC, 2014; BRASIL, 2006).

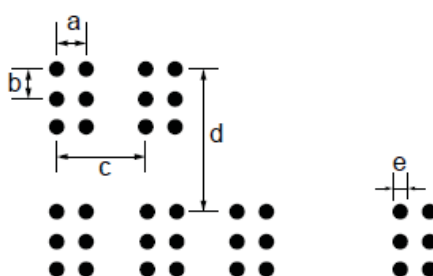
2.1.1.1 Normatização do braille

Atualmente, há uma alta demanda, para inserção do braille, em produtos em geral, motivada principalmente por campanhas de inclusão, com incentivos dos governos Estaduais e Federal por meio de leis e regulamentações tais como: Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência; Grafia braille para a Língua Portuguesa; Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e a NBR 9050 (2015) que trata da Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, dentre outros (BRASIL, 2015; BRASIL, 2006; BRASIL, 2012; BRASIL, 2011; ABNT, 2015).

Segundo a NBR 9050 (2015), o braille é um símbolo tátil, formado por um conjunto de pontos em relevo, denominada de cela braille ou célula braille e o vazio entre as celas, também é considerado por alguns especialistas como um sinal, assim, o sistema braille passa a ser composto por 64 sinais. O alfabeto braille padrão português, usa a representação da cela com 6 pontos, disposto em formato 2x3. É um sistema de leitura linear, lido da esquerda para a direita, com uma ou ambas as mãos.

O ponto braille deve ter aresta arredondada na forma esférica. O arranjo de seis pontos em duas colunas e o espaçamento entre as celas do braille, devem respeitar distribuição e características dimensionais de seus elementos e áreas, conforme apresentadas na FIGURA 8 e QUADRO 1.

FIGURA 8 - ARRANJO GEOMÉTRICO DOS PONTOS EM BRAILLE



FONTE: NBR 9050 (ABNT, 2015)

QUADRO 1 - MEDIDAS CELULA E PONTO BRAILLE

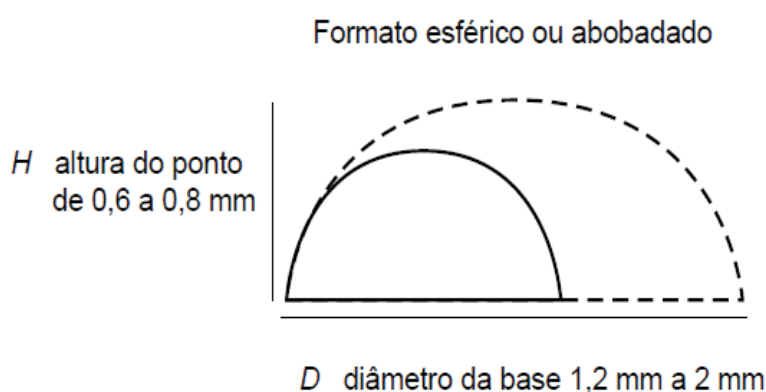
A	B	C	D	DIÂMETRO DO PONTO E=D	ALTURA DO PONTO H
2,7	2,7	6,6	10,8	1,2 A 2,0	0,6 A 0,8
MEDIDAS EM (MM)					

FONTE: NBR 9050 (ABNT, 2015)

A NBR 9050/2015 esclarece que, para textos táteis, a altura do relevo deve estar entre 0,8mm e 1,2mm, recomendando o uso de letras em caixa alta para frases curtas e caixa baixa para sentenças longas, evitando a utilização de textos na vertical, de preferência em superfícies horizontais para facilitar a leitura tátil.

As medidas do ponto, e o diâmetro da base, expresso em milímetros (mm) têm variação aceitável entre 1,2 mm e 2,0 mm e a altura do relevo, têm variação aceitável entre 0,6 mm e 0,8 mm, para o ponto braille, conforme FIGURA 9.

FIGURA 9 - DIMENSÕES DO PONTOS EM BRAILLE



FONTE: NBR 9050 (ABNT, 2015)

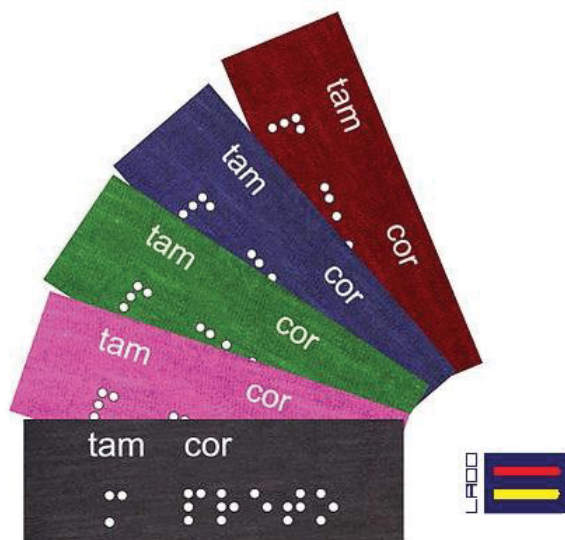
Assim como Louis Braille e outros pesquisadores, buscaram criar meios comunicacionais e de escrita para cegos, que culminou com a criação do código braille, o mesmo ocorre atualmente, em relação a códigos táteis para reconhecimento de cores, onde vários pesquisadores, buscam criar sistemas, métodos, ou artefatos que possibilitem a sistematização e identificação das cores por pessoas por PcDV.

Uma destes pesquisadores é Ramsamy-iranah, *et al* (2016). Em seu trabalho, os autores sugerem que o braille, não seja usado para comunicar as cores, por ocupar maior espaço, pois um padrão de braille em uma etiqueta de vestuário, pode ser longo, exigindo uma etiqueta maior para a leitura, que por consequência, aumentaria os custos desta etiqueta. A autora sugere o uso de códigos de cores táteis.

Além disso, algumas pessoas com deficiência visual podem preferir não aprender braille, mas um sistema de códigos torna mais fácil a assimilação da informação, para PcDV reconhecerem as cores dos produtos e assim terem autonomia nas suas escolhas. Na FIGURA 10, um modelo de etiqueta confeccionada pela empresa, Lado B, de moda inclusiva, mostra a extensão da grafia da cor em

braille. Um código do see color, com indicação de uma cor, ocuparia um espaço menor.

FIGURA 10 - ETIQUETA PARA ROUPAS COM BRAILLE



FONTE: LADO B MODA INCLUSIVA¹

Michael J. Minardi apud Oliveira, Nickel, Cinellio (2017), declarava que a cor é usada, sem a necessidade de uma tradução de um idioma, a cor é um fator importante na comunicação, sendo usado em vários contextos e tipos de informação. Fornecer aos cegos um sistema para reconhecimento de cores é necessário para melhor comunicação e assimilação de informações, tão comuns as pessoas que enxergam.

No levantamento exploratório sobre o braille e sua aplicação, foram selecionados por amostragem não probabilística intencional, os artigos que realizaram em seus experimentos, aplicações do braille, em materiais diversos, tendo como objetivo, entender e identificar os métodos utilizados pelos pesquisadores na condução de seus experimentos. A síntese deste levantamento está organizada no QUADRO 2.

¹ http://ladobmodainclusiva.com.br/etiqueta_braille

QUADRO 2 – EXPERIMENTOS APLICAÇÃO BRAILLE

Artigo	Autores	Material	Experimento	Equipamentos
Experimental studies of the quality of embossed characters of the Braille alphabet	R. Barczyk; D. Jasińska-choromańska Ano: 2016	papel para fusora e impressão por pressão.	Métodos impressão. Aferição dimensional da altura, diâmetro dos pontos, rugosidade da superfície	Medição da rugosidade Ra: Tylor Hobson Form Talysurf PGI 930 Medição de altura e diâmetro dos pontos: Mahr Perthometer PCV
Macro-mechanism of polyvinyl chloride shrink sleeves embossed Marking. Autores:	Alexander P. Kondratov, Alex A. Volinsky, Jia Chen Ano: 2016	chapas de pvc rígida 0,1 mm espessura e aditivos, para fundição. Amostras formato retangular de 20x52 mm2	Aferição dimensional, altura do ponto de braille. comparação parâmetros geométricos com a norma.	hastes de metal com diâmetro de 1,6a4,6 mm, aquecida sob pressão de 70 psi por 10s aplicadas sobre a chapa de pvc.
Investigation of Resistance to Mechanical Effect of Braille Formed on Different Materials.	Autores: Ingrida Venytė, Edmundas Kibirkštis, Volodymir Mayik, Taras Dudok, Yuriy Vasykiv. Ano: 2014	papel, papelão, polímero, têxtil, folha de Al	Medidas da altura do Braille antes e após o experimento. Resistencia mecânica dos pontos braille formados por serigrafia em diferentes materiais	Equipamento: polarímetro
Effect of two-layer simple die on braille embossability to boxboard	Norio Takatsujia, Koutarou Shiraishib, Tetuo Yanasec Ano: 2014	matriz chapa metálica em aço inox (macho e fêmea) espessura 0,3 mm. Tamanho 15 × 60 mm. Suporte de borracha dureza Hs50 . papel 0,27mm de espessura embalagens	Avaliação da altura e limite de rompimento do braille aplicado material (papel) que sofreu pressão (embossing)	Máquina de prensar de alta precisão tipo cam-toggle
Investigation of geometrical and physical – mechanical parameters of Braille by assessing the different types of cardboard materials.	E. Kibirkštis; I. Venytė; V. Mayik; D. Vakulich. Ano: 2012	Testes em diferentes embalagens de papel cartão com gramaturas diversas.	Avaliação e comparação dos parâmetros do ponto Braille (altura) aplicados por meio de embossing.	BRA13 Braille Dot Checker
The Influence of Print Technology on the Image Quality of Convex Braille Printouts for the Blind	Roman Barczyk; Ludwik Buczynski; Danuta Jasinska-Choromanska; Don McCallum. Ano: 2005	Aplicação do braille em papel por 3 sistemas de impressão.	Análise da influência do método de produção na Qualidade de caracteres em Braille, resultados das medições.	impressão a jato de tinta, máquina térmica termoformagem a vácuo.

FONTE: A autora (2017).

Os estudos descrevem experimentos com análise de altura, tamanho, forma e textura, orientação e reconhecimento de braille e símbolos táteis aplicados em diferentes materiais.

Apurva, Misra e Thakur (2017) realizaram uma revisão bibliográfica, onde citam várias tecnologias para aplicação do braille, sobressaindo a técnica de embossing, devido a facilidade de aplicação, e melhor custo benefício. A gravação em relevo com este processo é mais comum na produção de embalagens e produtos, com baixo custo e alta produtividade. (TAKATSUJI, SHIRAISHIB, YANASEC, 2014), (APURVA, MISRA, THAKUR, 2017),

Outras técnicas de impressão gráfica de pontos braille, também são utilizadas, como a impressão de resinas sobre papel impressos, serigrafia e impressão 3D. Estas

técnicas são utilizadas em desenvolvimento de produtos, tais como: mapas táteis, sinalização interna, dentre outros, no entanto, ainda são complexas e com custo mais elevado. (KIBIRKŠTIS et al, 2011).

2.1.2 Tecnologia assistiva e See color

Tecnologias Assistivas (TA), são recursos que auxiliam pessoas com necessidades especiais. O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), (2012), elaborou um estudo, em colaboração com várias entidades que prestam assistência, desenvolvem produtos ou sistemas para pessoas com deficiência, definindo o termo de tecnologia assistiva:

A TA tem por objetivo proporcionar às PcD, indivíduos com mobilidade reduzida e idosos, maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho. Deve-se, então, entender a expressão Tecnologia Assistiva em seu sentido mais amplo, ou seja, estendendo o conceito apresentado em SEDH (2009), como um conjunto de serviços, produtos, recursos, procedimentos, processos, práticas, estratégias, sistemas, métodos, técnicas, tecnologias e mecanismos gerais de apoio às PcD para que essas tenham acesso pleno à vida em sociedade e possam se manifestar naturalmente como cidadãos. (CGEE, 2012).

Segundo Sartoretto e Bersch (2014) O termo Assistive Technology, foi criado em 1988, e compõem um rol de leis do ADA - American with Disabilities Act, que regula os direitos dos cidadãos com deficiência nos EUA, provendo uma base legal dos fundos públicos para compra dos recursos que pessoas com deficiência necessitam, servindo de inspiração sobre normas brasileiras de TA sendo traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva. Os Recursos, segundo as autoras, são:

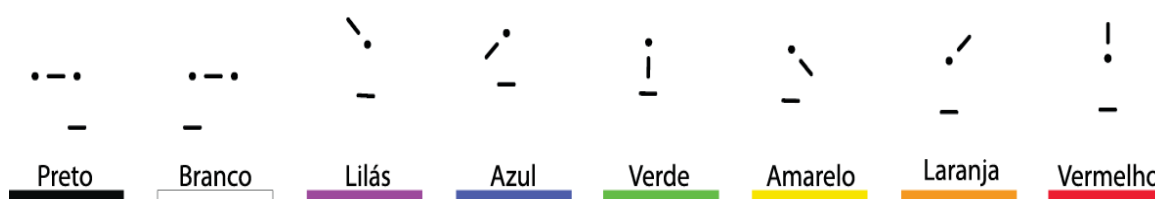
Todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sob medida utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência. Os Serviços, são definidos como aqueles que auxiliam diretamente uma pessoa com deficiência a selecionar, comprar ou usar os recursos acima definidos. Os Recursos podem variar de uma simples bengala a um complexo sistema computadorizado. Estão incluídos brinquedos e roupas adaptadas, computadores, softwares e hardwares especiais, que contemplam questões de acessibilidade, dispositivos para adequação da postura sentada, recursos para mobilidade manual e elétrica, equipamentos de comunicação alternativa, chaves e acionadores especiais, aparelhos de escuta assistida, auxílios visuais, materiais protéticos e milhares de outros itens confeccionados ou disponíveis comercialmente. (SARTORETTO E BERSCH, 2014).

Trata-se de uma inovação brasileira, inspirada no braille. Definida como uma tecnologia assistiva, dentro do contexto de auxílios para a vida diária que sistematiza o reconhecimento de cores, por meio de símbolos táteis e pode ser aplicado em vários contextos, como em embalagens de produtos, livros de arte, revistas, etiquetas sinalizadoras, na comunicação universal de cores, para pessoas com deficiência visual, pessoas com daltonismo, baixa visão e demais contextos, que utilizem cores e comunicação tátil, como em espaços confinados sem iluminação, em casos de emergência, onde se faz necessário o reconhecimento das cores de uma tubulação industrial ou fios de energia por exemplo. (Marchi, 2019)

O *see color*, é constituído de quatro elementos morfológicos utilizados para a concepção de símbolos táteis para deficientes visuais, que são: o ponto, a linha, a área e o relevo. Segundo Gual, Puyuelo, e Lloveras (2012), estes são os elementos predominantes, usados em símbolos táteis, para percepção tátil, corroborando com os estudos de Marchi (2019) na criação do *see color*.

Inicialmente foram criadas símbolos táteis *see color*, referentes as cores primárias, secundárias, preto e branco (FIGURA 11), e a partir destas, outras cores são formadas, em diferentes tonalidades claras, com a adição do branco, ou escuras, com a adição do preto. A grande inovação deste código, é sua pequena dimensão, inspirado no dimensional do braille e demonstrou ter rápida assimilação pela pessoa com deficiência visual, nos estudos de Marchi. (INPI, 2017; MARCHI, 2019).

FIGURA 11 - CÓDIGO DE CORES – SEE COLOR



FONTE: MARCHI (2019)

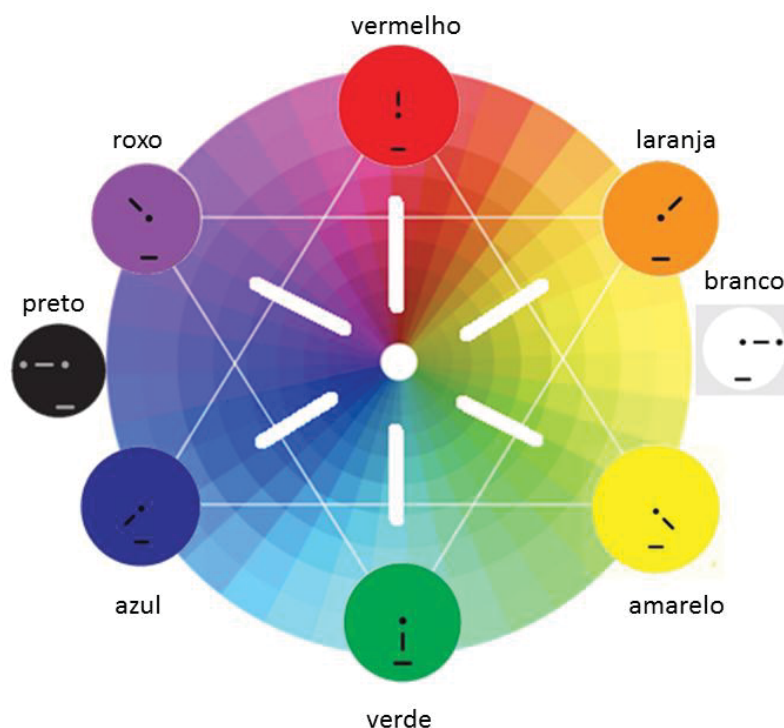
O código é um conjunto de símbolos para a comunicação e identificação das cores, por meio do contato tátil com requerimento nacional de invenção, em Modelo de Utilidade, com Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT sob o nº BR 10 2017 018174 0 no Instituto Nacional de Propriedade Industrial

(INPI). Possui quatro elementos morfológicos utilizados para a concepção de símbolos táteis: o ponto, a linha, a área e o relevo (INPI, 2017).

Segundo Marchi (2019), nos testes para validação do código com PcDV, os elementos do código foram facilmente reconhecidos por meio do tato, com identificação de cada cor.

A leitura do sistema *see color*, não é linear, como no braille, mas, circular, apropriando-se do conceito de círculo cromático das cores, onde a leitura se dá, a partir de um ponto central, acompanhado de uma linha, com orientação em diferentes ângulos, apontando para uma cor, do círculo cromático conforme FIGURA 12. A linha horizontal, logo abaixo do ponto, indica a posição correta de leitura, de cada símbolo. (INPI, 2017).

FIGURA 12 - ELEMENTOS SEE COLOR NO CÍRCULO CROMÁTICO



FONTE: ADAPTADO DE MARCHI (2019)

A NBR 9050 (2015) esclarece que, para símbolos táteis, a altura do relevo deve estar entre 0,8mm e 1,2mm, e as medidas do ponto, e o diâmetro da base, têm variação aceitável entre 1,2mm e 2,0mm. A altura do relevo, têm variação aceitável entre 0,6 mm e 0,8mm. O Padrão dimensional da norma, é apresentado na grandeza de comprimento, o metro, expresso por seu submúltiplo, o milímetro (mm), no formato centesimal.

Marchi (2019), optou por desenvolver o código em 3 tamanhos, que corresponde a tolerância dimensional do braille, descritos na norma NBR 9050 (2015), estabelecendo a variação dimensional dos elementos em tamanhos P, M, G.

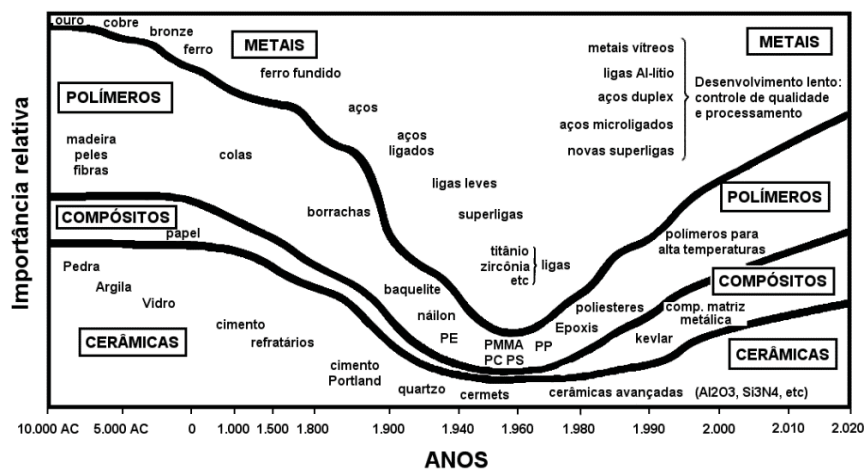
2.1.3 Seleção de materiais

No que tange a ensaios dos materiais e sua classificação, é necessária uma breve descrição sobre a classificação de materiais para contextualização do projeto e fabricação das matrizes, que são um ferramental utilizado no processo de embossing.

Segundo Lopes e Galdamez, (2013), as indústrias se amparam nas informações contidas nas fichas técnicas de matérias primas, como uma forma de gerar melhores resultados do processo de controle de qualidade, como padronização da qualidade, notas de auditoria, conformidade de produtos, rastreabilidade dos produtos, dentre outros. O autor salienta que, empresas que buscam a certificação ISO 9001 ou ISO 14001, exigem a ficha técnica das matérias primas adquiridas, pois é um dos requisitos de certificação destas normas.

Na categorização ou classificação de materiais, há divergência entre autores. A classificação dos materiais, ou matéria-prima, pode ocorrer por categorias, por estrutura, por função ou por desempenho. Shackelford (2008) afirma que são quatro as categorias dos materiais que se dividem em metais, polímeros, compósitos e cerâmicos conforme a FIGURA 13.

FIGURA 13 - CLASSIFICAÇÃO MATERIAIS SEGUNDO SHACKELFORD.



FONTE: SHACKELFORD (2008)

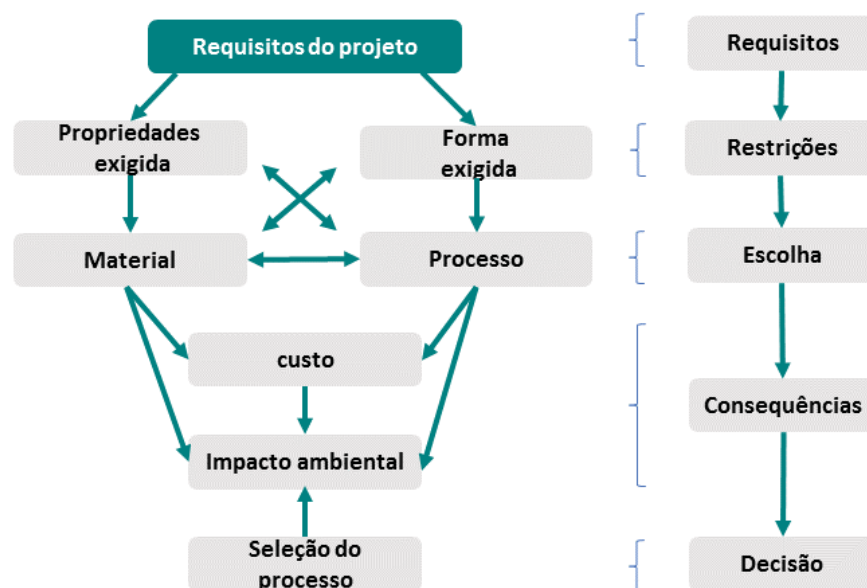
Para Askeland e Wright, (2014), há cinco categorias: metais e ligas, cerâmicos, vidro e vitrocerâmicos, polímeros, semicondutores e compósitos. Ashby, Schercliff e Cebon (2012), considera seis categorias: Metais, cerâmicos, vidros, elastômeros, polímeros e compósitos que ele chama de híbridos.

A seleção de materiais é um fator de complexidade no desenvolvimento de produtos industriais, pois está relacionado ao processo que será utilizado, e no custo/benefício agregado ao produto.

O material deve atender aos requisitos do projeto, contemplando suas propriedades, nos aspectos mecânicos, biológicos, elétricos, magnéticos ou óticos, observando sua massa e cargas, condução do calor e eletricidade, desgaste e processos de fabricação, fatores estes que impactam no produto final (FERRANTE, 2013; ASHBY, SCHERCLIFF, CEBON, 2012; ASKELAND, FULAY, BHATTACHARYA, 2014).

Ashby; Schercliff e Cebon, (2012, pg 18), declaram que “...a escolha do material limita o processo”, pois, o processo, é influenciado pelo material, por sua formabilidade, usinabilidade, soldabilidade, tratamento térmico dentre outros critérios. O processo determina a forma, o tamanho, a precisão e o custo, sendo esta combinação de fatores que permitem os resultados desejados para atendimento dos requisitos do projeto. (FIGURA 14).

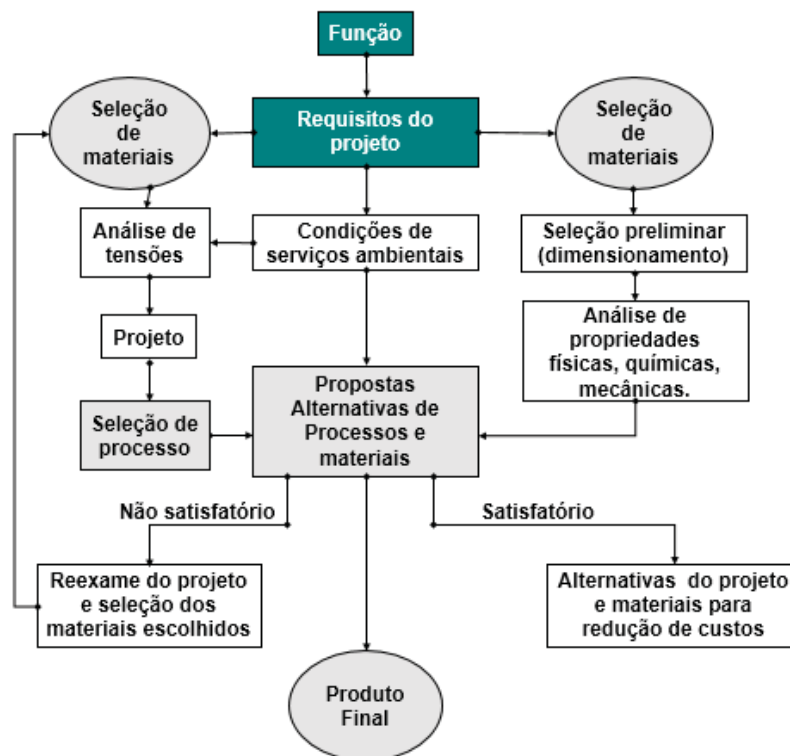
FIGURA 14 - CRITÉRIOS SELEÇÃO DE PROCESSOS



FONTE: ASHBY, SCHERCLIFF E CEBON (2012).

Segundo Ferrante (2013), os critérios necessários para seleção de materiais são: definir a função, ou, o que o objeto deve fazer; em que ambiente deverá operar; por quanto tempo; qual o custo da solução encontrada e como este se compara com as expectativas do mercado. Na FIGURA 15, o autor sugere critérios de seleção de materiais.

FIGURA 15 - CRITÉRIOS SELEÇÃO DE MATERIAIS



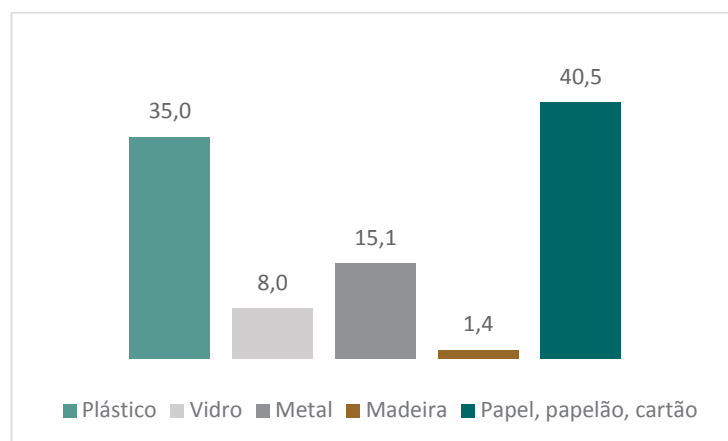
FONTE: Ferrante (2013)

O critério custos, é um dos itens de maior impacto para a tomada de decisão para a produção de um produto, desta forma, a seleção do material e o processo, são os itens mais relevantes na composição de custos do produto e de maior impacto para a Indústria. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a indústria de embalagens, fornece dados válidos para estimar quais materiais estão sendo mais selecionados pelas indústrias.

A estratégia adotada pelo IBGE é: ao identificar a origem da embalagem, é possível fazer um rápido levantamento do status do setor industrial, gerando índices especiais de produção física, que são apresentados, por meio de um relatório mensal, chamado: Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física (PIM-PF). (IBGE, 2018).

Em consonância com estas informações, a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE), elabora um relatório anual, onde apresenta os materiais mais utilizados para produção física de embalagens, mostrados no GRÁFICO 1. (ABRE, 2018)²

GRÁFICO 1 - PERCENTUAL DE MATERIAL IND. EMBALAGENS



FONTE: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM (2018)

Estes dados servem para identificação das classes de materiais com maior impacto para aplicação do código de cores see color: Metal, Plástico e Papel

2.1.3.1 Metal

Segundo Ashby, Schercliff e Cebon (2012), os metais tem rigidez alta, medida por sua elasticidade, e em sua maioria, se deformam com facilidade, podendo ser fortalecido por tratamentos térmicos ou ligas, mas não perdem suas características que permitem sua conformação por processos de deformação. São bons condutores elétricos e térmicos. Suas fraquezas são a reação ao ambiente, pois sofrem rápida corrosão sem a devida proteção.

O alumino pode ser processado mecanicamente com facilidade, tem alta condutividade térmica e elétrica e podem ser reciclados. No alumínio liga 1100 / H14, o H14 é a designação de temperatura ou têmpera e seu grau de endurecimento. A Têmpera é realizada em duas etapas, a de aquecimento e esfriamento rápido. As chapas com este material, são as usadas na criação de matrizes para a impressão do

² <http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado/>

braille em produtos gráficos.³ (ASHBY; SHERCLIFF; CEBOM, 2012; ASKELAND; FULAY; BHATTACHARYA, 2014).

2.1.3.2 Plástico

Segundo Mano e Mendes (2000), o plástico é um polímero e todos os polímeros pertencem a três classes: os termoplásticos, os termorrígidos físicos e os termorrígidos químicos. Os polímeros, são leves, sua densidade é baixa e possuem elasticidade 50x menores que os metais. São frágeis, pois suas propriedades podem ser alteradas, em função da temperatura ambiente. São fáceis de conformar, por isso são denominados como plásticos. Facilmente moldáveis quando aquecidos e ao esfriar, recuperam a consistência inicial conservando a nova forma. Possui excelentes propriedades de retardamento da chama, mesmo na ausência de retardadores de fogo. As lâminas, moldam-se a frio, dependendo da espessura. (CHAVES; CARDOSO; REIS, 2015).

Essencialmente o PVC é utilizado em produtos como: mapas táteis; roupas, brinquedos, cartões de crédito, material escolar, tubulações, calhas, esquadrias de janelas, embalagens. Devido ao fácil processamento, aplicação e propriedade de retardamento das chamas, vem sendo utilizado em sinalização interna, sinalizações de rota de fuga e produtos que requeiram isolantes elétricos.

Além das características de isolante térmico e elétrico, mantém estabilidade dimensional e de cor, é reciclável e de baixo custo. As placas de PVC expandido são as mais versáteis em uso na comunicação visual, por serem leves, flexíveis e resistentes, sendo indicadas tanto para aplicações de uso externo como interno. Apresentam superfície lisa e uniforme, sendo usadas para impressão serigráfica, adesivação ou impressão digital direta com tintas UV. São fáceis de manusear e cortar, podendo ainda ser pintadas, parafusadas ou coladas, com baixa absorção de umidade e resistência a químicos, e com aplicações diversas, como nos exemplos da FIGURA 16, gerando grande consumo deste material no mercado. (MANO; MENDES, 2000).

³ <https://www.fundacaodorina.org.br/>

FIGURA 16 - PVC EM ETIQUETAS ACESSÍVEIS



FONTE: GOOGLE IMAGENS (2018)

2.1.3.3 Papel

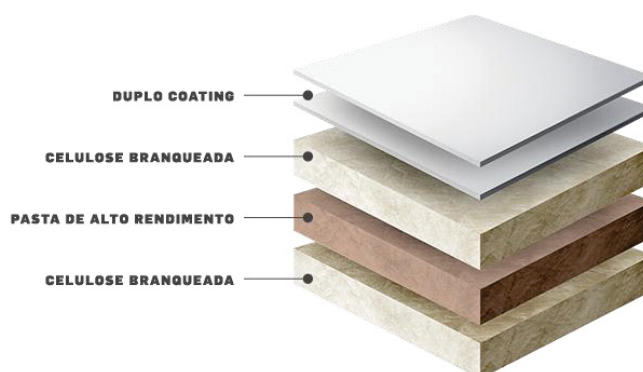
Os papeis, encaixam-se nos híbridos, com combinação de dois ou mais materiais, e possuem maior restrição na conformação e união. O papel cartão é classificado como um compósito, que é a combinação de dois ou mais materiais que, juntos, dão origem a propriedades diferentes das encontradas em um material individualmente. (SHACKELFORD, 2008; ASHBY; SHERCLIFF E CEBOM, 2012).

Staschower et al (2015) afirma que o papel cartão é constituído, basicamente, de um aglomerado de fibras de celulose, que se diferenciam no tamanho, resistência, disposição e tratamento. Além da parte fibrosa, é necessária uma série de aditivos químicos para a produção final do produto.

A definição do papel cartão, não é universalmente acordada. A norma ISO 536:2012 especifica as tolerâncias de formatos e gramaturas de papel cartão e marca a transição em 250g/m². Na Europa é usada a norma DIN 19303, que classifica o papel cartão de acordo com a origem da matéria-prima e outros critérios. Nos impressos em braille, é usual a gramatura de 180 para livros e impressos e 250gr para cartões de visita dentre outros. (TWEDE, GODDARD, 2014; STEWART, 2010; STASCHOWER et al 2015).

Há uma variedade de papel cartão, que dependem principalmente de sua gramatura e acabamento. O papel cartão pode ser do tipo duplex comum, duplex ou triplex (FIGURA 17). Os acabamentos podem ser com verniz, parafinado, plastificado com propileno, polietileno, tereftalato, dentre outros (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2016).

FIGURA 17 - PAPEL CARTÃO TRIPLEX



FONTE: PAPEL CARTÃO IBEMA⁴

Os ensaios ou testes de resistências são feitos para verificar gramatura, umidade, espessura, rigidez, resistência ao rasgo, absorção de água, alvura e brancura. Cabe salientar que gramatura e espessura são características diferentes. A gramatura é o peso em gramas por metro quadrado de uma folha de papel cartão (g/m²). A gramatura é a especificação mais importante do papel cartão, já que o produto é comercializado com base no seu peso. A espessura estabelece a distância entre as duas faces do papel cartão, expressa em mm ou µm. A espessura possui uma correlação maior com a rigidez do cartão do que com a gramatura: quanto maior a espessura, maior a rigidez (STASCHOWER et al 2015).

O Instituto de Embalagens (2016), apresenta um relatório de 2015, apontando que o volume global de papel cartão consumido em 2014, foi de 87 bilhões de dólares, e a estimativa é que este volume ultrapasse os 100 bilhões de dólares em 2020. O papel cartão é a matéria prima mais utilizada para impressão do braille e em vários produtos, como embalagens de cosméticos, higiene pessoal e alimentos, pastas, cartões de visita, etiquetas de vestuários conhecidas como “tags” por oferecer o melhor custo benefício.

A FIGURA 18, mostra tags em papel cartão, criadas pela rede de lojas de vestuários C&A, informando as cores das peças do vestuário, em braille. O material foi desenvolvido pela Fundação Dorina Nowill. (G1, 2016).

⁴ <http://www.ibemadigital.com.br/ibema-supera.php>

FIGURA 18 - TAG EM PAPEL CARTÃO COM BRAILLE

FONTE: G1 (2016)⁵

2.1.4 Embossing

A técnica de embossing é uma deformação mecânica do material, realizada por meio de uma matriz macho e fêmea, que ao ser pressionada contra o material, gera o relevo/textura em uma das superfícies do material (BARCZYK; CHOROMAŃSKA, 2016; GUAL ORTÍ et al, 2014).

A gravação em relevo, é definida como “Embossing”. Esta gravação ocorre por estiramento, que é um subtópico, da grande área de Tecnologia da Conformação, definido pela norma DIN 8580:2003, como a produção tridimensional ou modificação plástica de uma determinada forma física, “retendo a sua massa e coesão do respetivo material, é a modificação controlada da geometria de determinado elemento em processamento” e requer o uso de matrizes macho e fêmea, para aplicação do relevo, em materiais diversos, no formato de lâminas ou chapas (NOGUEIRA, 2015).

Segundo Tenório (2005), *apud* Valle (2016) o embossing é considerado uma versão moderada do estiramento, “com profundidade menor, comparada as demais dimensões da peça” é uma conformação por estiramento, onde a deformação por tensão, é utilizada para gerar impressões ou cavidades no material plano, em que a sua superfície alarga, resultando na redução da espessura do material. Este processo

⁵ <https://g1.globo.com/economia/midia-e-marketing/noticia/ca-lanca-roupas-com-etiquetas-em-braille-para-deficientes-visuais.ghtml>

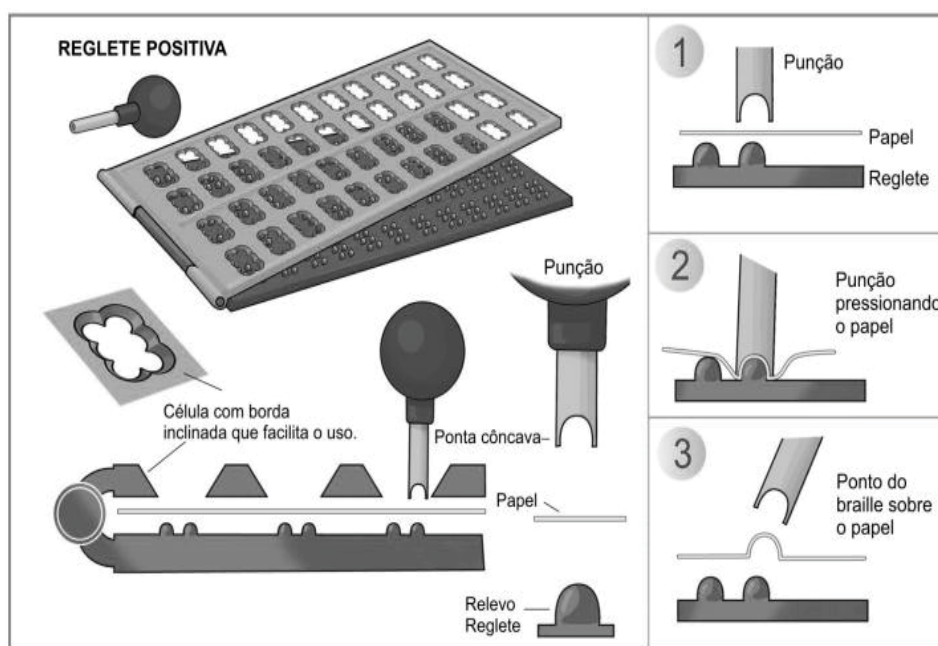
só é possível, com o uso de uma matriz, que vai provocar a conformação do elemento que se deseja estampar.

No processo de embossing, o limite de conformação do material é o limite do seu estiramento, que é a redução das dimensões do material em sua seção transversal, provocada pelas cargas de tração do processo. A aplicação de forças de tração, faz o estiramento do material, com uso de uma matriz ou clichê sobre chapas. (FERRANTE, 2013).

Apurva, Misra e Thakur (2017), definem a técnica de embossing, com maior facilidade de aplicação e melhor custo benefício se comparado com outros processos. Na indústria gráfica, o embossing é utilizado para a gravação em relevo, na produção de embalagens para impressão do relevo braille, com baixo custo e alta produtividade. (TAKATSUJI, SHIRAIISHIB, YANASEC, 2014), (APURVA, MISRA, THAKUR, 2017),

De acordo com Gual Ortí et al, (2014), o embossing é um processo para gravação em relevo, que tem sido amplamente utilizado na indústria, pela versatilidade de aplicação em diferentes materiais, como papel/papelão, pvc, couro, tecidos e metais sendo utilizados para impressões de cartões de credito, dentre outros. O embossing, pode ser aplicado de forma manual, com uso de reglete (FIGURA 19).

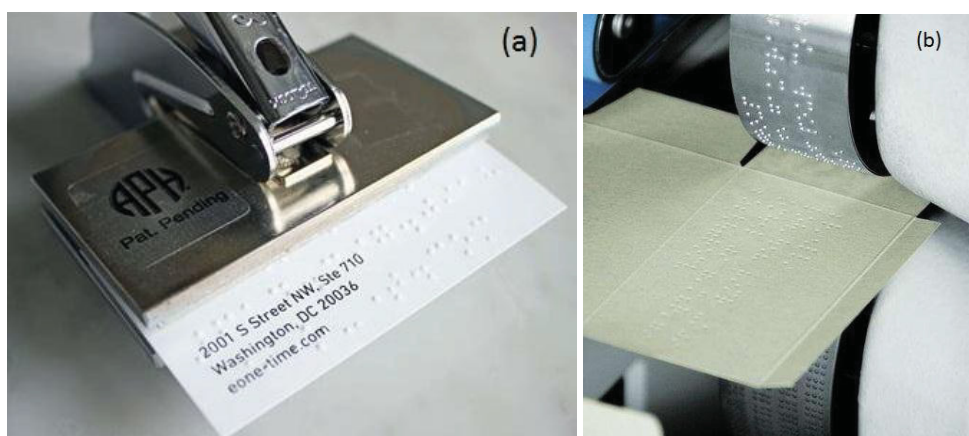
FIGURA 19 – EMOSSING MANUAL COM REGLETE



FONTE: TECE (2014)

Podendo ser aplicada também de forma mecânica, com acionamento manual ou automatizado, conforme FIGURA 20.

FIGURA 20 - EMBOSSEING MECÂNICO MANUAL E AUTOMATIZADO



FONTE: OFFSET PRINT TECHNOLOGY (2013)⁶

LEGENDA: a) Embossing mecânico manual;
b) Embossing mecânico automatizado;

Outras técnicas de impressão gráfica de pontos braille, também são utilizadas, como a impressão de resinas sobre papel impressos, serigrafia e impressão 3D. Estas técnicas são utilizadas em desenvolvimento de produtos, tais como: mapas táteis, sinalização interna, dentre outros, no entanto, ainda são complexas e relativamente caras. (KIBIRKŠTIS et al, 2011).

Processos de adição de substratos, como a serigráfica, são usados para aplicação do braille em diferentes materiais (FIGURA 21).

FIGURA 21 – BRAILLE POR SERIGRAFIA



FONTE: BRAILLE.BR®. (2019)⁷

⁶ <http://www.offsetprintingtechnology.com/2013/accubraile-gt/>

⁷ <https://www.wgproduto.com.br/braillebr>

A aplicação do processo do Braille.BR®, ocorre com substratos transparentes, com tratamento UV, que permite a aplicação do braille sobre o texto comum, sem interferência, garantindo a legibilidade tanto para o cego como a pessoa com visão normal. Processos semelhantes, utilizando serigrafia ou impressão por jato de verniz UV, em muitas superfícies, perdem a aderência ao longo do tempo, ocorrendo o descolamento do ponto braille da superfície onde foi aplicado (FIGURA 22).

FIGURA 22 – DESCOLAMENTO BRAILLE POR SERIGRAFIA



FONTE: A autora (2019)

Segundo a Fundação Dorina Nowill (2018), o processo de embossing, se apresenta como um processo com melhor custo benefício, pela conformação do braille direto no material, sem a necessidade de adição de outro processo, A Fundação é responsável pela maior imprensa braille do Brasil e da América Latina, em capacidade de produção, responsável por 70% de todos os materiais em braille produzidos no Brasil.

2.1.5 Textura e rugosidade

A investigação de uma textura está relacionada às propriedades de dureza, rugosidade e organização espacial dos elementos, da sua forma e tamanho. Para análises de texturas de símbolos táteis, os experimentos, geralmente se iniciam com a criação de corpos de provas, para análise, em equipamentos específicos, de acordo com os objetivos. As características e a aferição mecânica dos elementos/símbolos passam por uma análise descritiva/quantitativa (DISCHINGERA, KINDLEIN JR, 2010) (VIEIRA et al, 2017)

Para Ramsamy-iranah et al (2016) Os símbolos táteis são classificados em três tipos: linha, ponto e áreas que eles ocupam. Para a identificação destes elementos pelo toque, é necessário estabelecer os critérios de altura, tamanho, forma

e textura. No Brasil, os parâmetros para símbolos táteis estão definidos na norma NBR 9050. Quanto maior a altura, mais facilmente distinguidos os elementos de pontos, linha e áreas. (ABNT, 2015)

Loomis e Lederman (1986) apud Ramsamy-iranah, et al (2016) definiram a precisão do reconhecimento tátil de caracteres por cinco variáveis: Altura da superfície em relação à base; formato dos símbolos; tamanho espacial dos símbolos; Modo de toque (estático e em movimento); Força de contato.

Segundo Kops e Gardner (1996) apud Ramsamy-iranah, et al (2016), A textura é essencial para a identificação de um símbolo por meio do tato, pois fornece informações sobre os materiais utilizados e a diferenciação da base e do símbolo impresso. As texturas são definidas pela densidade do símbolo, espaçamento e orientação angular. Gual ortí et al, (2014) salienta que as propriedades de um objeto, para serem percebidas por meio do tato, se referem a temperatura, dureza e textura.

Nos experimentos de Barczyk e Choromańska (2016) para aferir o relevo do braille e identificação por meio do tato, foi necessário estabelecer o critério de repetibilidade. Ao fazer várias amostras, é possível verificar a variação dimensional e identificar possíveis deformações morfológicas dos símbolos e seu comportamento em relação ao material. Os autores também salientam a necessidade de padronização do diâmetro dos pontos e o espaçamento entre eles conforme estabelecido na distribuição da cela ou célula braille, conforme especificados na NBR 9050 (ABNT, 2015).

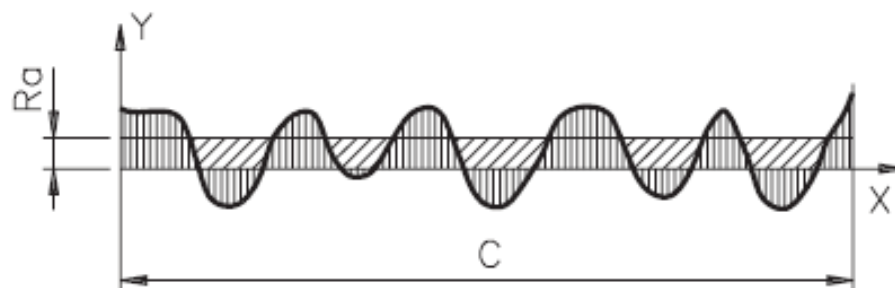
Segundo Nascimento e Cziulik, (2013), a rugosidade de cada material influencia em sua percepção. Para a pessoa com deficiência visual, as diferenças de percepção tátil devem considerar as variáveis de rugosidade para identificação do relevo. A rugosidade é formada pelas marcas deixadas na superfície do material, pelo processo de fabricação.

Um dos métodos mais utilizados para determinar parâmetros de percepção tátil é o método da distinção de dois pontos, que pode identificar qual a capacidade ou não de discriminar dois pontos em posições diferentes. Para PcDV, as pontas dos dedos um indivíduo é capaz de distinguir dois pontos separados a distância mínima de 1 a 2 milímetros. O ser humano consegue detectar a rugosidade, em um centímetro quadrado, a partir de uma rugosidade de aproximadamente 50 micrômetros ou *Roughness Average* (Ra) traduzida como rugosidade média, o que equivale ao diâmetro de um fio de cabelo. (NASCIMENTO; CZIULIK, 2013).

As superfícies para leitura tátil, segundo a norma ISO 9241-910 (2011), não devem possuir texturas, para não incorrer na dificuldade de leitura tátil do braille, pela pessoa com deficiência visual, apontando que, a acuidade da pele é de aproximadamente 1mm. Desta maneira, detalhes com mais ou menos 1mm podem ser percebidos (ISO, 2011 apud FERREIRA, 2018).

A NBR 4287 (2002) de Especificações Geométricas de Produto, estabelece parâmetros de especificações e definições, com regras e procedimentos para avaliação de rugosidade, onde adota o sistema de linha média para avaliação da rugosidade. Na FIGURA 23, a linha média é representada pela linha “X”.

FIGURA 23 - RUGOSIDADE



Representação gráfica da rugosidade média

FONTE: Adaptado (ABNT, 2002)

A mesma norma estabelece que a medida da rugosidade é o desvio médio aritmético (R_a) calculado em relação à linha média pelo comprimento da amostra (linha X). O parâmetro R_a , ou rugosidade média, é o parâmetro de aferição mais utilizado na indústria e aplicável à maioria dos processos de fabricação, onde o valor da rugosidade R_a , pode ser indicada pelos números da classe de rugosidade correspondente, conforme mostrados na FIGURA 24.

FIGURA 24 - CLASSE DE RUGOSIDADE

Grupos de rugosidades	▽			▽▽			▽▽▽			▽▽▽▽		
Rugosidade máxima valores em $R_a(\mu m)$	50			6,3			0,8			0,1		
Classes de rugosidade (GRADE)	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1
Rugosidade máxima valores em $R_a(\mu m)$	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025

FONTE: Adaptado (ABNT, 2002)

Devido a sua grande utilização, quase todos os equipamentos apresentam esse parâmetro. Os riscos superficiais inerentes ao processo de fabricação dos produtos, não alteram seu valor de maneira significativa.

2.1.6 Matrizes e Micro usinagem

Há uma tendência mundial, de miniaturização de componentes. À medida que a escala dos elementos a serem medidos diminuem, os problemas associados às interações para aferição dimensional tornam-se mais complexos. A miniaturização de componentes oferece várias vantagens em ambas aplicações de consumo e industriais. Os dispositivos são menores, leves, têm menor consumo de energia, oferecem mais funcionalidade no mesmo espaço e geralmente são mais robustos. Como resultado disso, surge a necessidade de caracterização tridimensional de componentes com recursos de tamanho micrométrico. (CAVALCANTI; SOARES, 2013); (THALMANN; MELI; KÜNG, 2016); (EDWIN J.C. BOS, 2010).

No que se refere a microdimensões, a microusinagem e a miniaturização de produtos e componentes é uma tendência na indústria, o que requer novas tecnologias, materiais e processos. No entanto, há a necessidade de especificação da correta seleção de matéria-prima, que preservem as características e propriedades mecânicas e dimensionais destes micro componentes. (CAVALCANTI; SOARES, 2013).

Segundo Silva Neto (2012), quanto melhor o acabamento de uma peça, maior será o custo de execução. No caso das matrizes, as mesmas devem apresentar um grau de acabamento adequado a função de embossing do see color. Matrizes são consideradas ferramentas, que são classificadas inicialmente, pelas operações que efetuam. São projetadas e fabricadas para conformação de peças. Conhecidos também como estampos, são ferramentas que executam três operações básicas: corte, dobra e repuxo. O repuxo é o trabalho feito através de uma punção, onde a ferramenta, ou matriz, faz para a chapa adquira um formato específico, como um relevo. O corte é o processo feito pela ferramenta que executam o cisalhamento do material, de acordo com o projeto. A dobra é o processo de conformação feito por esforços de tração moldando a chapa em formas geométricas predefinidas. (MARCONDES, 2008)

2.1.6.1 Material das matrizes

Desenvolvido pela empresa suíça SSAB o Toolox 44 pertence a uma família de aço de alta resistência, sua dureza nominal é de 45HRC com diâmetro de 38mm, em estado bruto e com tratamento térmico, pronto para o uso. O Toolox possui elevada dureza, com baixa adição de carbono, propiciando fácil usinabilidade. A característica de usinabilidade do Toolox, é percebida durante a fresagem, quando pode ser observado que os cavacos produzidos se tornam azulados. A morfologia do carboneto é diferente, em comparação a outros tipos de aços ferramenta, usando menos carbono, assim, o calor gerado durante a fresagem é transferido para o cavaco e não para a borda de corte/peça.

São aços temperados e revenidos, desenvolvido especialmente para ferramentas e componentes de máquinas que trabalham em altas temperaturas. São termicamente condutivos, mantém alta resistência e tenacidade em temperaturas elevadas, mantendo suas propriedades mecânicas em temperaturas de até 590°C onde ele retém, aproximadamente, 80 por cento de sua dureza original, mesmo com tempos de contato prolongados. Todas as classes Toolox são oxicorte, soldáveis e dobráveis, fáceis de texturizar e polir. As informações e descrição das características do Toolox 44, foram retiradas da ficha técnica do produto, disponível no site do fabricante, a empresa suíça SSAB⁸(2019).

2.1.7 Prensa manual

De acordo com a NR 12 (2010) as prensas são utilizadas na conformação e corte de materiais e podem ter acionamento manual, hidráulico ou eletrônico, sendo conhecidas também pelo nome de balancim. Possuem um sistema mecânico, que sustentam o mecanismo que permitem o movimento vertical, composto de martelo e punção linear. Geralmente são fabricados em ferro fundido ou aço utilizado em

⁸ <https://www.ssab.com/products/brands/toolox/products/toolox-round-bars-44>

montagens e desmontagens de buchas, rolamentos e outros tipos de peças que necessitam de encaixe ou ajuste à pressão.

Segundo Marcondes (2008), em um processo de estampagem é necessário o uso de prensas, sejam modelos manuais ou pneumáticos. Os principais tipos são: balancim, fricção, excêntrica, virabrequim, rótula. As Prensas manuais são caracterizadas pelo tipo, a força máxima em kg, o percurso, a distância entre a base e o cabeçote e suas dimensões externas.

Geralmente são fabricadas em ferro fundido, aço fundido ou em chapas de aço soldadas. Possuem mancais na parte superior, guias verticais e uma mesa para fixação das ferramentas. Segundo o autor, para se escolher uma prensa para uma determinada operação, é necessário verificar as dimensões da ferramenta e se possuem o percurso necessário para o tipo de matriz ou material a ser estampado e a força necessária de aplicação, se este equipamento, possui esta capacidade, que é especificada pelo fabricante, disponibilizada em manual de uso e especificações técnicas que acompanham o produto. (MARCONDES, 2008).

2.1.8 Metrologia Dimensional

Metrologia, é a Ciência da aferição e abrange todos os aspectos teóricos e práticos de aferições, qualquer que seja a incerteza, em quaisquer campos da ciência ou da tecnologia. É o conjunto de operações com objetivo de determinar o valor de uma grandeza. A metrologia viabiliza o desenvolvimento científico e tecnológico, garantindo a qualidade e conformidade de produtos, processos e serviços e possibilita a redução na variação das especificações técnicas dos produtos, prevenção dos defeitos e a compatibilidade das aferições (VIM, 2012).

Edwin J.C. Bos (2010), esclarece que, na engenharia de precisão, há ações específicas e necessárias, para medir peças com características de tamanho micrométrico e, se necessário, com precisão nanométrica. Ao medir a topografia de uma peça, o resultado da aferição será sempre influenciado pelo ambiente e pelas variações locais da própria peça de trabalho e requer a seleção de equipamentos de aferição dimensional, de acordo com as especificidades de topografia de superfície da peça, verificando a necessidade dos equipamentos de aferição estarem em contato direto com a peça ou não, pois de acordo com a necessidade, a aferição do

mensurando, observará normas e procedimentos padronizados, de acordo com a grandeza que se pretende medir.

Deve-se levar em consideração que, equipamentos com tecnologia de ponta, requerem também que o ambiente esteja adequado ao uso. Para um ambiente típico de medição, devem ser levados em consideração, micro vibrações do chão do ambiente, vibrações acústicas; fluxo de ar e ar condicionado, vibrações externas ou de outros instrumentos presentes no ambiente. Estes aspectos podem influenciar diretamente na incerteza e resultados de aferição. (EDWIN J.C. BOS, 2010).

Os processos de aferição podem ser validados por comparação com resultados de outros processos validados ou resultados de outros métodos de aferição, sendo considerado capaz, quando fornece resultados de aferição adequados, de acordo com os materiais de referência, como por exemplo, normas ISO ou NBR. Na indústria, leva-se em consideração na elaboração do método de aferição, os Requisitos Metrológicos do Cliente (RMC), que são as condições especificadas pelo cliente como necessárias para seus processos de produção (ALBERTAZZI; SOUZA, 2018).

Deve-se considerar a Variabilidade do Processo de Medição, que pode refletir na incerteza dos resultados. Os instrumentos de aferição devem ser calibrados e adequados ao uso pretendido para evitar a incerteza de aferição. Todos os instrumentos de aferição, apresentam erro, mesmo que mínimos, por isso, a necessidade de calibração, de preferência por laboratórios rastreados pelo Inmetro ou pela Rede Brasileira de Calibração ou ainda em Laboratórios no exterior reconhecido pelo INMETRO (BORGES, 2006).

A fidelidade ou precisão de aferição é o grau de concordância entre indicações ou valores medidos, obtidos por medições repetidas, no mesmo objeto, expressa numericamente por modelo de dispersão, desvio-padrão, variância ou coeficiente de variação, sob condições de aferição especificadas. As “condições especificadas” podem ser, por exemplo, condições de repetitividade e reprodutibilidade referenciadas na ISO 5725–1:1998 (VIM, 2012).

Para cada instrumento de aferição, deve-se observar as especificações de uso e as recomendações no manual do fabricante, seguindo suas diretrizes e se possível, fazer um treinamento específico, antes de sua utilização. Um dos exemplos é citado por Silva Neto, (2012), onde orienta que, a aferição errada pode ocorrer por posicionamento do operador em relação ao instrumento, por exemplo, em projetores

de perfil, erros podem ocorrer devido a paralaxe, se o ângulo de visão do operador estiver incorreto. É necessário que o operador fique posicionado ao centro do painel digital que projeta a imagem, evitando a paralaxe. O efeito paralaxe é a alteração aparente de um objeto contra um fundo, devido ao movimento do observador.

Em relação ao traçador de altura, é necessário que o instrumento mantenha o paralelismo entre a superfície da ponta de aferição do traçador e a superfície a ser medida, em torno de 0,01mm, permitindo que o traçador toque levemente e se mova sobre a borda da superfície e só então, o instrumento é zerado, sendo iniciado as medições. As indicações de valores são informadas no mostrador digital. É importante que a superfície da mesa onde o instrumento está instalado e a superfície que a ponta do instrumento toca, estejam limpas antes das medições. Orientações desta natureza devem ser observadas a cada aferição.

A repetitividade de aferição só é possível, quando inclui os mesmos procedimentos e sistema de aferição, os mesmos operadores, as mesmas condições de operação e o mesmo local, assim como medições repetidas no mesmo objeto, durante um curto período de tempo (VIM, 2012).

A Reprodutibilidade, é a variação na média das medidas feitas por diferentes operadores utilizando o mesmo dispositivo de aferição, medindo característica idêntica nas mesmas peças, de modo que se possa verificar a influência humana no resultado da aferição. Alguns fatores que causam má reprodutibilidade é a utilização de diferentes procedimentos de aferição por parte dos operadores; treinamento insuficiente dos operadores; projeto inadequado do equipamento, permitindo interpretações subjetivas. É possível verificar a confiabilidade das medições, com a análise de capacidade de aferição (VIM, 2012).

A repetitividade é o “Grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de um mesmo mensurando, efetuadas sob as mesmas condições de medição” (VIM, 2012).

O controle de qualidade nas medições, pode ser feito por variáveis, onde são estabelecidos os limites de especificação, ou seja, o limite inferior ou mínimo, e o de limite superior, ou máximo. A faixa delimitada entre estes limites, é denominada zona de conformidade. Se o produto estiver dentro da zona de conformidade, então está aprovado. Ou seja, o valor numérico do intervalo, calculado pela diferença entre o limite superior e inferior, de especificação, é denominado de intervalo de tolerância.

A decisão por estas variáveis é tomada com base nos resultados das medições das características de interesse do produto (ALBERTAZZI; SOUZA, 2018; VIM, 2012).

Segundo Borges, (2006), os resultados obtidos podem ser apresentados em formato de uma análise descritiva.

Após a coleta dos dados de uma determinada medida, necessário é que se analisem estes dados, em termos de não-conformidades, distribuição, etc. Dá-se a este tratamento estatístico dos dados o nome de análise descritiva dos dados. Nesta primeira análise busca-se identificar graficamente ou através de testes estatísticos, as observações (valores) discrepantes com relação à amostra como um todo. (BORGES, 2006 pg. 11).

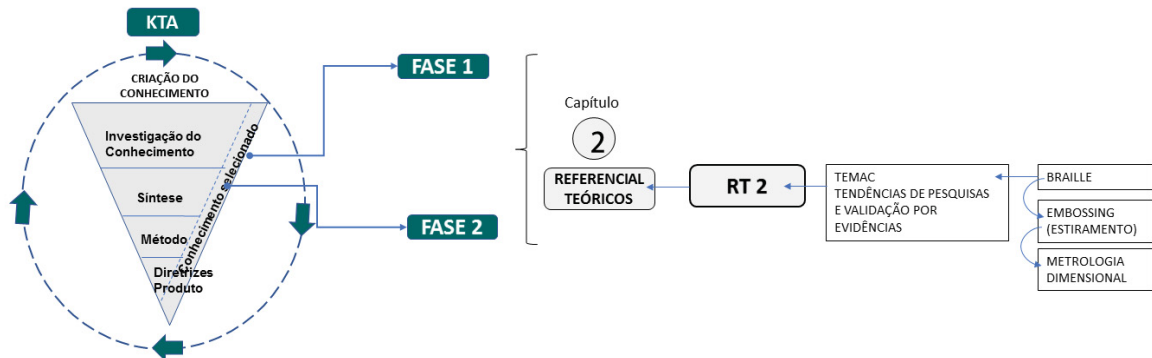
O autor afirma que após a aferição e coleta dos dados de determinado mensurando, é necessário que se analisem estes dados, por meio de uma análise descritiva com o objetivo, de identificar valores discrepantes como um todo.

Finalizando a revisão teórica 1, com os temas que dão suporte ao desenvolvimento do trabalho, no próximo capítulo, temos a revisão teórica 2, estruturada com um modelo de meta-análise, com o intuito de verificar as tendências de estudos e abordagens sobre braille, embossing e metrologia dimensional, no contexto da Engenharia Mecânica, demonstrando a aderência destes temas com a esta área de conhecimento.

2.2 FASE 2 – REVISÃO TEÓRICA 2

Segundo GRAHAM et al. (2006), na fase 2 do modelo TKA, (FIGURA 25) é sugerido que se faça uma revisão com parâmetros de meta análise, para averiguar estudos consolidados e tendências de estudos futuros sobre o tema pesquisado.

FIGURA 25 - REVISÃO TEÓRICA 2



FONTE: Autora (2019).

Foi realizada uma revisão teórica, utilizando o modelo TEMAC de meta-análise, com o intuito de verificar as tendências de estudos e abordagens sobre braille, embossing e metrologia dimensional. O braille, por ser o símbolo tátil de comunicação para PcDV e referência dimensional do see color na NBR 9050 (2015); O embossing, por ser o processo de aplicação do See Color em diferentes materiais; A metrologia dimensional, por estabelecer critérios de aferição dimensional padronizados para a indústria.

Foram inseridos estudos de periódicos com a classificação Qualis Capes, apenas da área de engenharia III, onde a área Engenharia Mecânica se insere, permitindo verificar a aderência dos temas pesquisados a esta área do conhecimento.

O enfoque meta analítico, oferece possibilidades de descobrir tendências dos temas de estudo, analisando seu o grau de significância e comportamento no decorrer dos anos e se estão estagnando ou em crescimento, ou ainda, se há novas abordagens sobre o tema, lacunas ou estudos pouco explorados, que possam direcionar novos enfoques (MARIANO; CRUZ; GAITAN, 2011; MARIANO; ROCHA, 2017).

A TEMAC, deriva da meta análise. Sanchez-Meca, apud Mariano, Cruz e Gaitan (2011) afirmam que o resultado dos estudos por meio da meta análise, são transformados em uma métrica comum, que permite a integração e comparação quantitativa dos dados. Foi extraído um resumo da revisão teórica, descritos na sequência. Este método é dividido em três fases: 1. Preparação da pesquisa, 2. Apresentação e interrelação dos dados e 3. Detalhamento, modelo integrador e validação por evidências. Em cada fase, há critérios/objetivos a serem alcançados. As três fases ficaram assim distribuídas: Fase 1: Contextualização da pesquisa e seus

objetivos para responder as quatro perguntas iniciais: Qual o descritor, string ou palavra-chave da pesquisa? Qual o campo espaço-tempo da pesquisa? Quais as bases de dados serão utilizadas? Quais áreas de conhecimento serão utilizadas?

Nesta fase 1, foi definido, o levantamento de dados, com os temas de interesse: Braille, Embossing, Metrology, para a condução deste estudo. Cabe salientar, que estes termos, são os temas de interesse da pesquisa exploratória. O espaço temporal delimitado por cinco anos, de 2015 a 2019 que representa o recorte de tempo para extrair estudo relevantes do passado e tendências futuras. Foi utilizada apenas a base de dados a Web of Science, por esta representar com fidelidade, os resultados encontrados e atender ao objetivo exploratório da Revisão Bibliográfica com a TEMAC. (MARIANO E GONZALEZ, 2017),

Na Fase 2, foram definidos os critérios de seleção para apresentação e correlação de dados. Após a definição dos critérios de preparação da pesquisa e conformidade dos resultados encontrados, na base de dados WEB of Science, elabora-se a apresentação dos dados, expondo: Evolução do tema ano a ano; Trabalhos mais citados; Periódicos que mais publicam sobre o assunto;

Fase 3: É onde são apresentadas as interrelações dos dados encontrados: Frequência de palavras-chave; Análises de co-citation; Análise de Coupling e principais abordagens encontradas.

Foram inseridos a classificação Qualis Capes, apenas relativos à área de engenharia III, do quadriênio 2013 a 2016. Este levantamento permitiu verificar a relevância e interesse da área de engenharia mecânica nos temas pesquisados. Os demais periódicos listados estão catalogados em áreas correlatas, ou com interações interdisciplinares com a engenharia mecânica. Foi definido por amostragem probabilística não intencional, a critério da autora, incluir apenas os três artigos mais citados de cada tema de interesse. Os periódicos que mais publicaram sobre os temas pesquisados foram organizados no QUADRO 3.

QUADRO 3 RELAÇÃO DE PERIÓDICOS QUE MAIS PUBLICAM SOBRE O TEMA

Periódicos			Doc Publicados	ISSN	H Index	Qualis Capes Engenharia
braille	1	Journal of vibroengineering	5	1392-8716	19	-
	2	Proceedings of the asme design engineering technical conferences	3	-	41	B1
	3	2017 ieee world haptics conference whc	2	-	9	-
embossing	4	Microsystem Technologies	36	0946-7076	55	B1
	5	International Journal of Precision Engineering and Manufacturing	10	2288-6206	36	A2
	6	journal of materials processing technology	10	0924-0136	143	A1
metrology	7	Journal of Micro/ Nanolithography, MEMS, and MOEMS	77	1932-5150, 1932- 5134	34	-
	8	Procedia CIRP	48	2212-8271	30	-
	9	Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering	44	0277-786X	139	-

FONTE: WEB OF SCIENCE (2019)

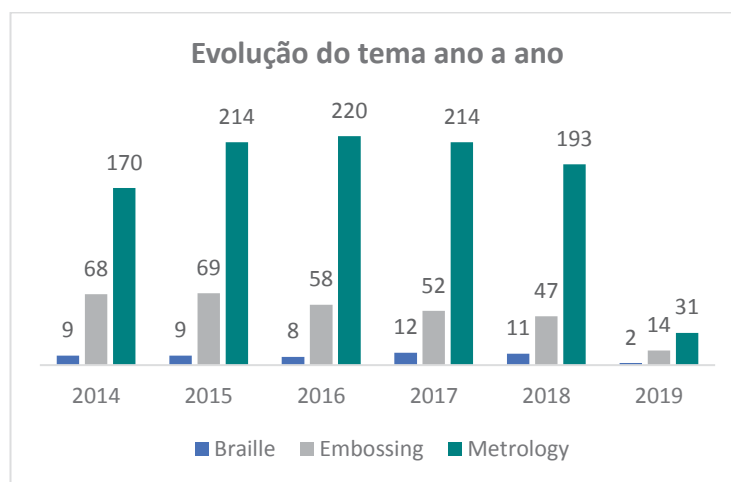
Em seguida foram selecionados os três primeiros artigos mais citados de cada tema. Os artigos mais citados com o tema braille, demonstram novas aplicações do braille, mas, mantendo as características físicas e dimensionais, na percepção tátil, com uso do micro e nano fabricação de componentes e dispositivos eletrônicos, incorporada a novas tecnologias, como os atuadores pneumáticos. (MARETTE; ALEXANDRE; NADINE; et al.2017; KRUUSAMAE, 2015; DENG; et al, 2018).

Os três trabalhos mais citados com o tema embossing, mostra novas aplicações, não apenas como elemento estético, mas como elemento estruturante, para o desenvolvimento de novos materiais e produtos, inspirados na natureza, usados em formatos geométricos ou orgânicos, em diferentes angulações assimétricas, com deposição de camadas, formando estruturas para aplicações eletrônicas, biomédicas dentre outras em micro ou nano escalas (BIXLER, GREGORY D.; BHUSHAN, BHARAT, 2014; THUO et al, 2014; CHUN et al, 2014).

O tema metrologia, tem maior número de pesquisas, corroborando com o VIM (2012), onde afirma que a metrologia, viabiliza o desenvolvimento científico e tecnológico, garantindo a qualidade e conformidade de produtos, processos e serviços. A principal abordagem da metrologia, trata das questões da qualidade, equipamentos para aferição, precisão na fabricação dos artefatos. A tendência de estudos aponta para a questão metrológica em micro e nano dimensões e soluções para o processo de medição não-destrutivo e medições in situ, usadas atualmente, para a garantia da qualidade de fabricação de componentes por meio de manufatura aditiva, que é tendência na manufatura de componentes em diferentes setores industriais (MAIRE, E.; WITHERS, P. J. 2014, EVERTON, et al, 2016; DE CHIFFRE, L.; et al, 2014).

A evolução de estudos com estas temáticas: braille, embossing e metrologia, ano a ano, no espaço temporal dos últimos cinco anos são apresentados no GRÁFICO 2. Os resultados de 2019, referem-se aos meses de janeiro a março de 2019.

GRÁFICO 2 - EVOLUÇÃO TEMA ANO A ANO



FONTE: WEB OF SCIENCE (2019)

Optou-se por incluir os primeiros meses de 2019 no levantamento de dados, que apontam a tendência de crescimento exponencial sobre o tema metrologia em relação aos temas braille e embossing.

Assim, finalizando a revisão teórica 2, os resultados obtidos com esta Revisão bibliográfica, estruturada com o TEMAC, traz um diferencial, pois este método, contempla estudos de relevância no passado, para verificação de lacunas, mas principalmente, indica as tendências de pesquisas futuras que tem relevância para a

aplicação na indústria e fornece ao pesquisador, o direcionamento para as abordagens que estão sendo feitas no universo acadêmico e de interesse geral.

Conclui-se, portanto, as duas revisões para o referencial teórico deste estudo, finalizando a segunda fase do KTA.

No próximo capítulo, é descrito os materiais e procedimentos experimentais e a descrição detalhada do modelo KTA, utilizado para organizar a condução deste estudo, de maneira a alcançar os objetivos propostos.

3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS - FASE 3

Neste tópico, são apresentados e descritos os materiais e procedimentos experimentais, bem como os instrumentos, equipamentos e softwares, utilizados para a fabricação e aferição das matrizes, embossing nas amostras dos materiais selecionados e análise dimensional dos elementos do código tátil see color aplicado nestes materiais.

Este estudo se caracteriza como misto, sendo quali-quantitativo. Os procedimentos qualitativos, são de natureza exploratória e os procedimentos quantitativos, utilizam procedimentos, sequencial e comprobatório, onde cada etapa precede a seguinte, de acordo com o delineamento do estudo (SAMPLERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

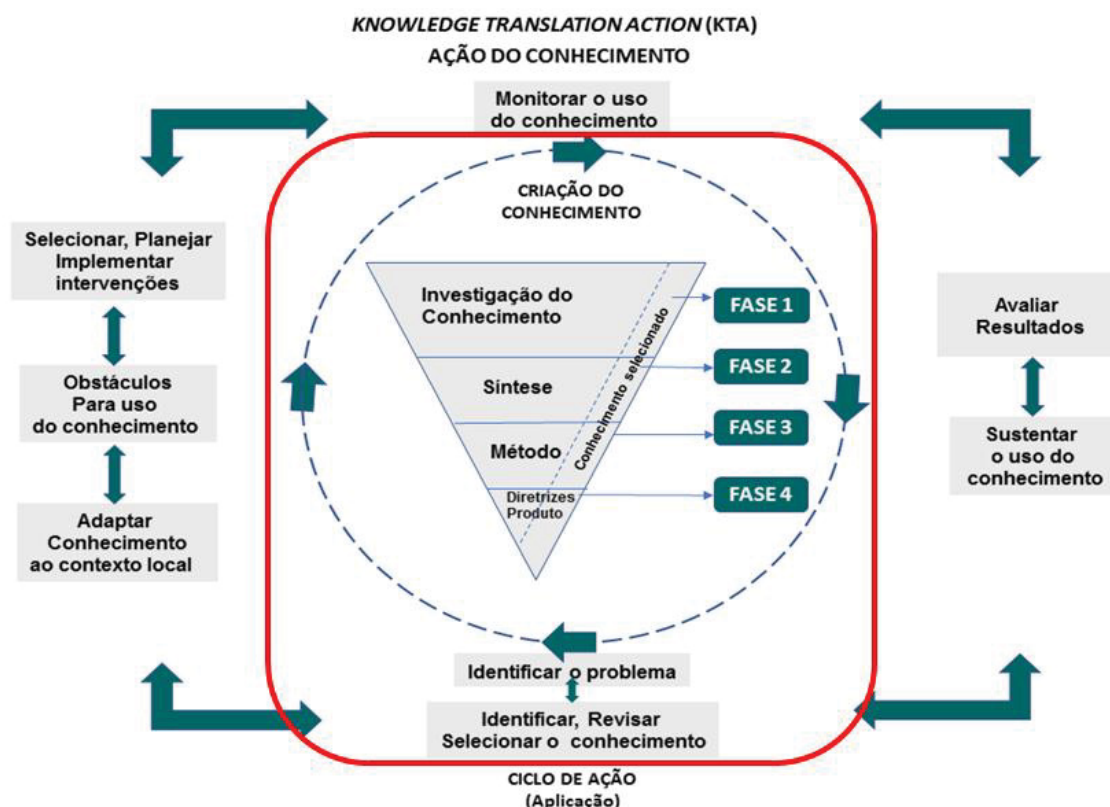
3.1 PROCEDIMENTO ORGANIZACIONAL DA PESQUISA

Devido à complexidade e natureza aplicada, proposto neste estudo, propôs-se o utilizar o modelo *Knowledge Translation Action* (KTA), para organizar a condução deste estudo, estruturando sua gestão em 4 fases. O modelo KTA, segundo Bursztyn e Delgado (2016), vem se difundindo em programas de pesquisa que implementam políticas públicas por meio de informações ou inovações de produtos.

Pesquisadores em diferentes áreas, têm adaptado este método, com diferentes abordagens, tais como: Desenvolvimento de produtos; Gestão do conhecimento; Criação e gestão da inovação; Desenvolvimento de tecnologias assistivas; Engenharia de Produto. Segundo Pichler e Merino (2017), o KTA pode ser aplicado na fase de desenvolvimento do produto de TA, envolvendo as macros etapas de pesquisa, desenvolvimento e produção, apresentando um conceito de processo para organização do conhecimento e transferência de tecnologia (PICHLER; MERINO, 2017; BURSZTYN; DELGADO, 2016; STONE et al 2015; FIELD et al, 2014; DI REZZE et al, 2013; LANE, FLAGG, 2010; GRAHAM et al., 2006).

Embora o modelo seja caracterizado por dois momentos distintos, neste estudo é utilizado apenas a fase selecionada em vermelho, representado pelo Funil, que foi adaptado em 4 fases, conforme FIGURA 26.

FIGURA 26 - FUNIL DE CRIAÇÃO DE CONHECIMENTO



FONTE: Adaptado de GRAHAM et al., (2006)

O funil simboliza a criação do conhecimento, e o ciclo externo, representa a ação, ou as atividades e processos relacionados ao uso ou aplicação do conhecimento que foi gerado na fase representada pelo funil.

A criação do conhecimento, é composta no modelo original por 3 fases, porém, neste estudo, foi acrescentada mais uma fase dividida, totalizando 04 fases, onde cada uma, tem uma características e objetivos específicos. A fase 1, é a **Investigação do Conhecimento**, que foi realizada na Introdução deste estudo. Representa a quantidade imensurável de estudos primários ou informações sobre os assuntos que contextualizam o estudo e estão disponíveis.

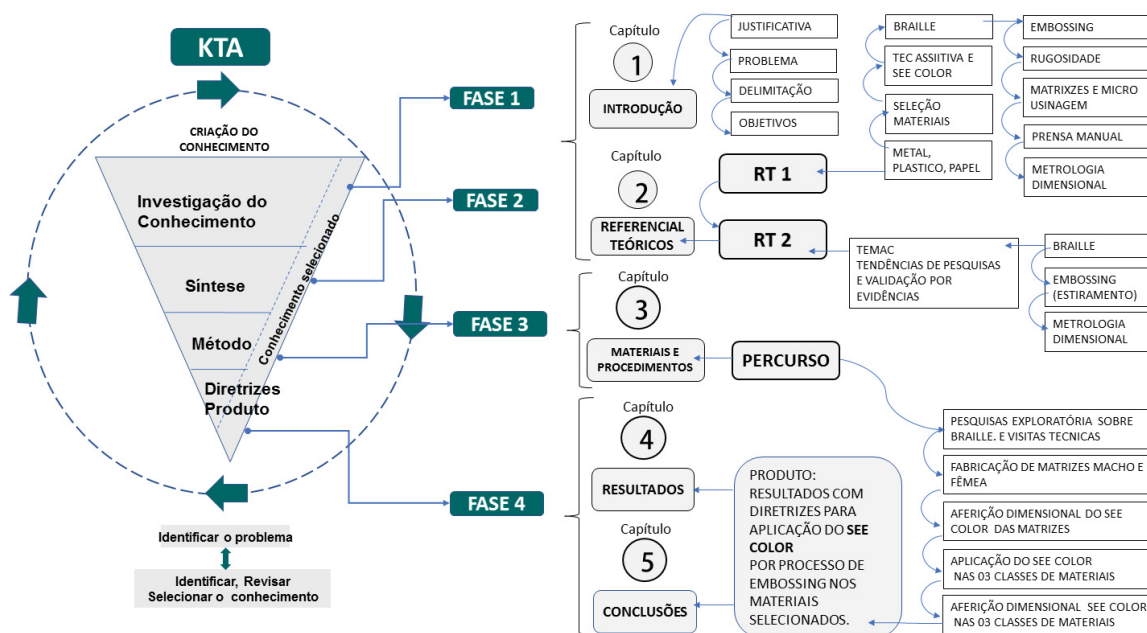
A fase 2, é a de **Síntese do Conhecimento**, que foi descrito na segunda revisão bibliográfica, utilizando o método TEMAC. É um conhecimento de segunda geração, representando a agregação do conhecimento existente que estava disperso e que precisam de uma curadoria dentro da área de estudo de interesse, com identificação, avaliação e síntese de estudos ou informações relevantes para questões específicas ou inovações. Esta síntese pode ser gerada por meio de revisões sistemáticas, em formato de meta-análise com objetivo de identificar tendências de estudos, no assunto pesquisado e aderência a área do conhecimento.

A fase 3, que é apresentada neste capítulo, que foi adaptada do modelo original, pois nele, o KTA é concluído na fase 3, descreve o percurso que definiu-se, para alcançar os objetivos propostos para o estudo.

A fase 4, é o conhecimento gerado pelo estudo, ou seja, seu produto: Os resultados gerados por este estudo e sua análise que será visto no capítulo 4.

Com base no KTA, foi estruturada e organizado as fases deste estudo, conforme FIGURA 27.

FIGURA 27 - ESTRUTURA DA PESQUISA



FONTE: A autora (2019)

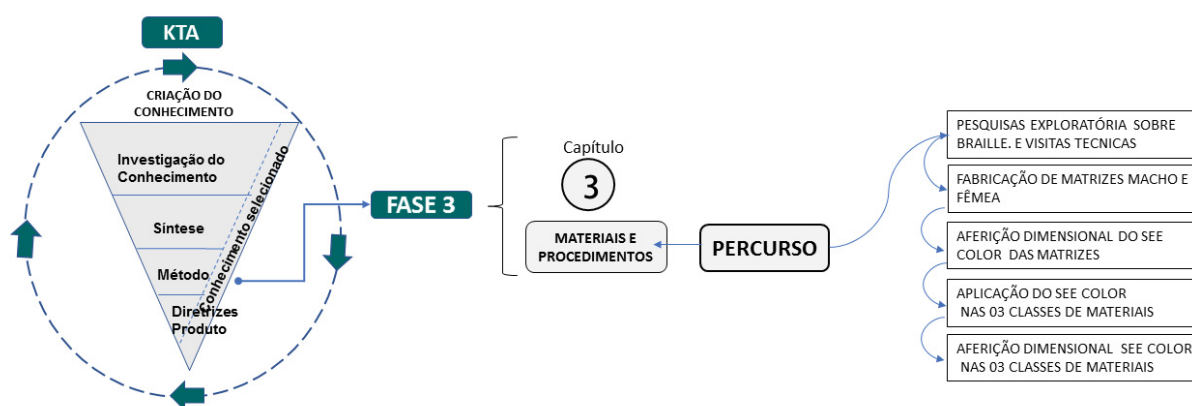
Segundo Sampieri, Callado e Lucio, (2013), por sua característica, esta pesquisa é de natureza aplicada. Quanto aos objetivos, é descritiva e prescritiva, com enfoque misto quali-quantitativo. As pesquisas mistas, são de natureza aplicada, com o objetivo de gerar conhecimento para aplicações práticas na solução dos problemas identificados com posterior classificação e análise dos resultados coletados e podem ser usados para contextualizar descobertas e consolidar informações. Os procedimentos qualitativos, caracterizam-se pelo entendimento do contexto, e são de natureza exploratória.

Os procedimentos quantitativos, são representados em seu conjunto de procedimentos, sequencial e comprobatório, onde cada etapa precede a seguinte, de acordo com o modelo da pesquisa que foi elaborado. A coleta de dados fundamenta-se na aferição, com procedimentos definidos e seus dados são representados por

números que devem ser analisados por métodos estatísticos, identificando as relações causais entre elementos. Experimental, por estudar as relações de causa e efeito, por meio de manipulações, controle ou aferição das variáveis associadas ao estudo (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013; SANTOS; FERREIRA; DUARTE, 2018).

As fases 1 e 2 foram concluídas no capítulo anterior e neste capítulo, é dada sequência do KTA na fase 3, composta por procedimentos, técnicas ou ferramentas, para se alcançar os resultados, de acordo com os objetivos propostos (FIGURA 28).

FIGURA 28 - KTA - FASE 3



FONTE: A autora (2019).

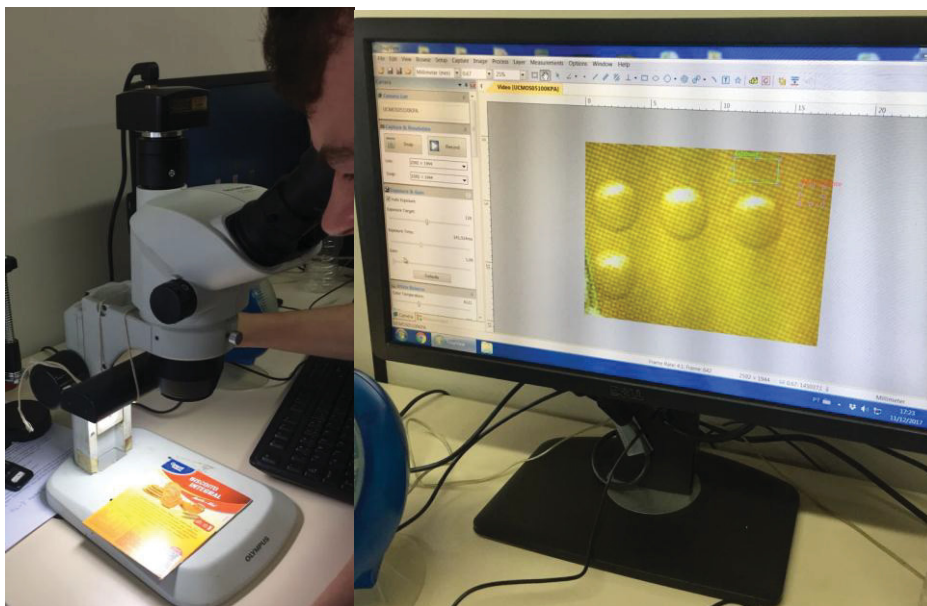
A fase 3 do KTA, foi dividida em cinco etapas: 1. Pesquisa exploratória e visitas técnicas; 2. Fabricação das matrizes, contemplando: Diretrizes de projeto, seleção de material e fabricação; 3. Aferição dimensional dos elementos do see color, nas matrizes macho e fêmea após a fabricação; 4. Aplicação do see color com as cores selecionadas, por processo de embossing em amostras dos materiais selecionados; 5. Aferição dimensional destes elementos, após sua aplicação nos materiais.

3.2 PESQUISA EXPLORATÓRIA E VISITAS TÉCNICAS

A pesquisa exploratória comparou a disposição das informações táteis em cinco embalagens de produtos do ramo alimentício. O objetivo foi compreender o processo de aplicação de símbolos táteis por processo de embossing, tendo o braille como referência e a interação do usuário com este símbolo tátil.

Foram avaliadas as características físicas e dimensionais do código braille, impressa nas embalagens que forneceram parâmetros do relevo deste símbolo tátil para a comunicação das informações a estes usuários. As aferições foram realizadas com auxílio do microscópio calibrado e o software (ToupView) para medição dos pontos braille em cada embalagem (FIGURA 29).

FIGURA 29 - MEDIÇÃO PONTO BRAILLE



FONTE: A autora (2017).

Na sequência, foram realizadas visitas técnicas em empresas e fundações de assistência a PcDV, para investigação de materiais, processos e equipamentos utilizados na fabricação de produtos para estes usuários.

Foram realizadas também, visitas em instituições públicas que tem setores dedicado ao atendimento de PcDV. O Museu do futebol, um ambiente todo construído com recursos sinestésico e de acessibilidade e a biblioteca pública de São Paulo.

Conclui-se a etapa 1 da Fase 3 composta da pesquisa exploratória sobre aplicação do braille em embalagens e as visitas técnicas realizadas, cumprindo o primeiro objetivo específico deste estudo: Compreender o contexto do PcDv, uso do braille e processo de aplicação de símbolos táteis por processo de embossing, por meio de pesquisas exploratórias.

3.3 FABRICAÇÃO DE MATRIZES

A fabricação das matrizes, foi realizada pela empresa RK Ferramentaria na cidade de Pinhais, região metropolitana de Curitiba – PR. Foram fabricados dois protótipos de matrizes. O protótipo 1 em alumínio 6061 e o protótipo 2 em Toolox 44, produzidas por processo de torneamento e microusinagem.

3.3.1 Diretrizes de projetos fabricação Matrizes

A forma das matrizes, levou em consideração, o suporte aonde elas seriam acopladas: uma prensa manual, do tipo balancim, modelo 100, com capacidade de pressão até 100kg. (FIGURA 30).

FIGURA 30 - PRENSA MANUAL TIPO BALACIM

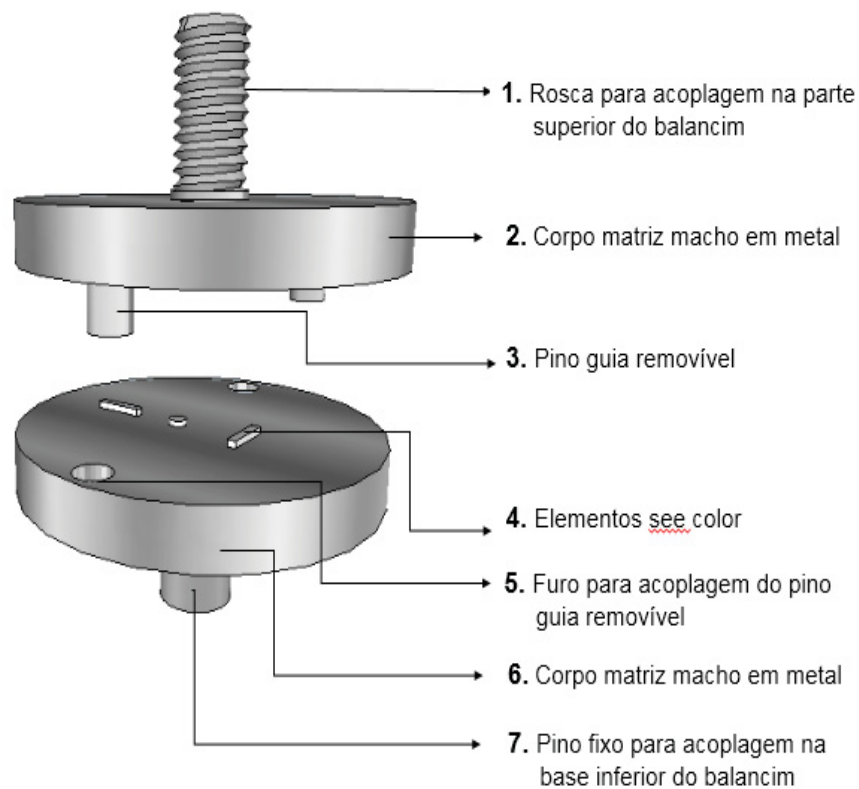


FONTE: CARDENAS⁹ (2019)

Este modelo dispõe de um espaço com 60mm, para encaixe manual das matrizes, por meio de rosqueamento manual no cursor superior e encaixe no furo da base. As características técnicas e dimensionamento deste modelo, encontram-se em seu manual, no ANEXO 6. A seleção deste do balancim manual, foi em decorrência do baixo custo do instrumento que é usado para forração de botões e aplicação de

⁹ <http://www.cardenas.com.br/maquinas.php>

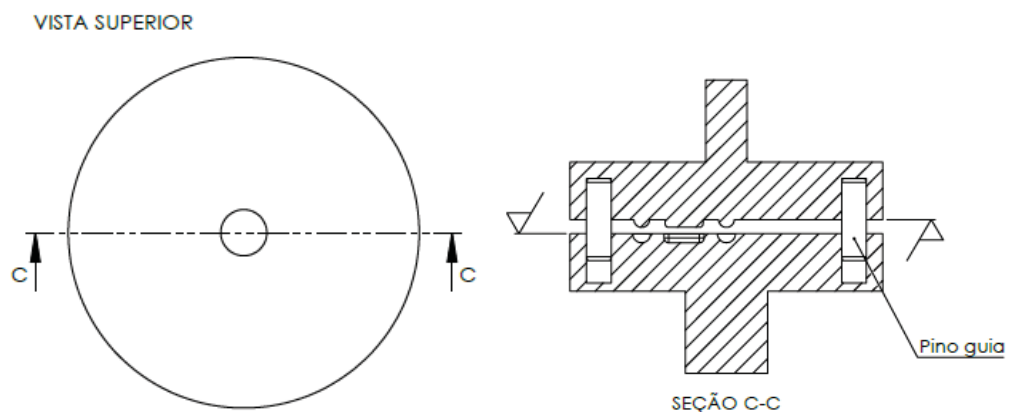
FIGURA 32 - CONCEITO MATRIZES MACHO E FÊMEA



FONTE: A autora (2019).

Foi realizado o estudo do encaixe dos pinos e acoplamento dos elementos do see color (FIGURA 33).

FIGURA 33 - ACOPLAMENTO MATRIZ MACHO E FÊMEA



FONTE: A AUTORA (2019).

Para a usinagem das matrizes do protótipo 2, foi selecionado o material Toolox 44. O projeto executivo para fabricação das matrizes, foi desenvolvido com o programa solidworks.

3.3.2 Tolerâncias aplicadas ao projeto das matrizes.

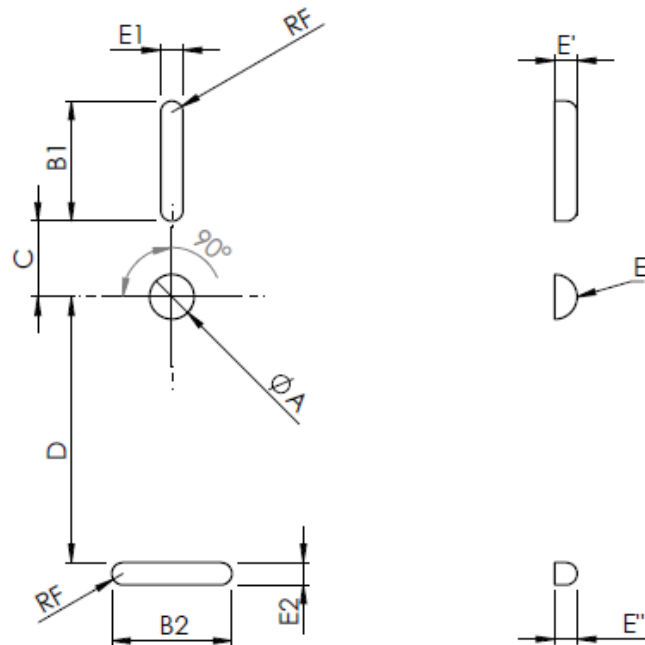
Foi definido o uso da NBR ISO 2768-1 (2001) para especificar tolerâncias gerais para dimensões lineares e angulares, por ser mais adequada as especificidades do código tátil see color. De acordo com a norma, os valores nominais do see color, se enquadram na classe de designação “f” de tolerância fina, nos intervalos de 0,51mm até 3mm. Portanto, para este limite dimensional, foi estabelecida uma tolerância mínima e máxima de $\pm 0,05$ sobre os valores nominais. Para os intervalos acima de 6mm até 30mm, a norma estabelece uma tolerância de $\pm 0,1$, sobre os valores nominais. As tabelas com os valores de tolerâncias gerais, aplicadas para o see color, nas cores contempladas neste estudo, dos seus respectivos elementos estão disponíveis no APÊNDICE 1.

Para a especificação de folgas nas matrizes, foi considerado, a espessura dos materiais selecionados para as amostras em formato de lâminas, com espessura situada entre 0,30mm a 0,33mm. Os valores referentes as folgas, estão organizados nos QUADROS 4, 5, 6, mostrados na sequência, com as respectivas figuras do código para identificação dos seus elementos (FIGURA 34, 35, 36).

FIGURA 34 – ELEMENTOS SEE COLOR VERMELHO

Vista superior

Vista lateral



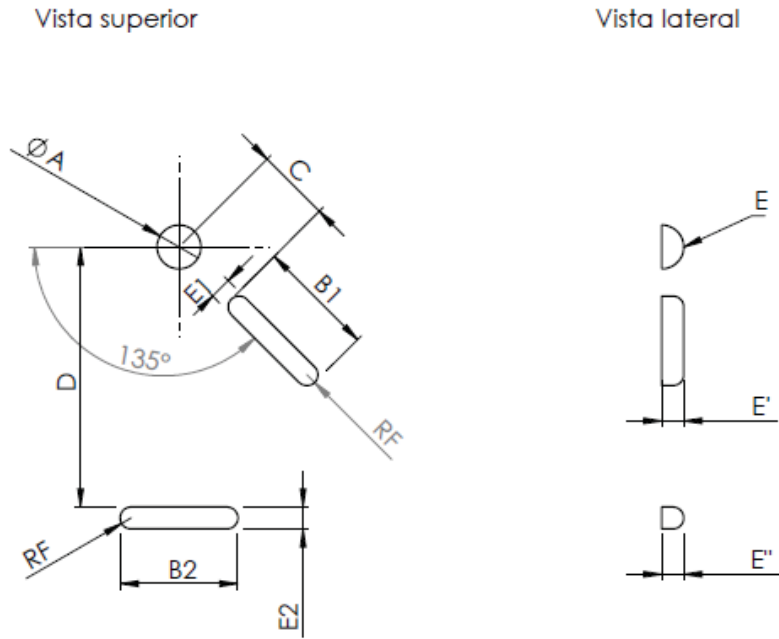
FONTE: ADAPTADO DE MARCHI (2019).

QUADRO 4 – DIMENSÕES SEE COLOR VERMELHO NAS MATRIZES

MATRIZ	TAM	$\varnothing A$	B1	E1	C	D	B2	E2	E	E'	E''	RF
MATRIZES COR VERMELHO TAMANHO P												
MACHO	P	1,1	3,6	0,5	2,65	9,15	3,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25
FÊMEA	P	1,4	3,9	0,8	2,5	9,0	3,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,40

FONTE: A autora (2019).

FIGURA 35 - ELEMENTOS SEE COLOR AMARELO



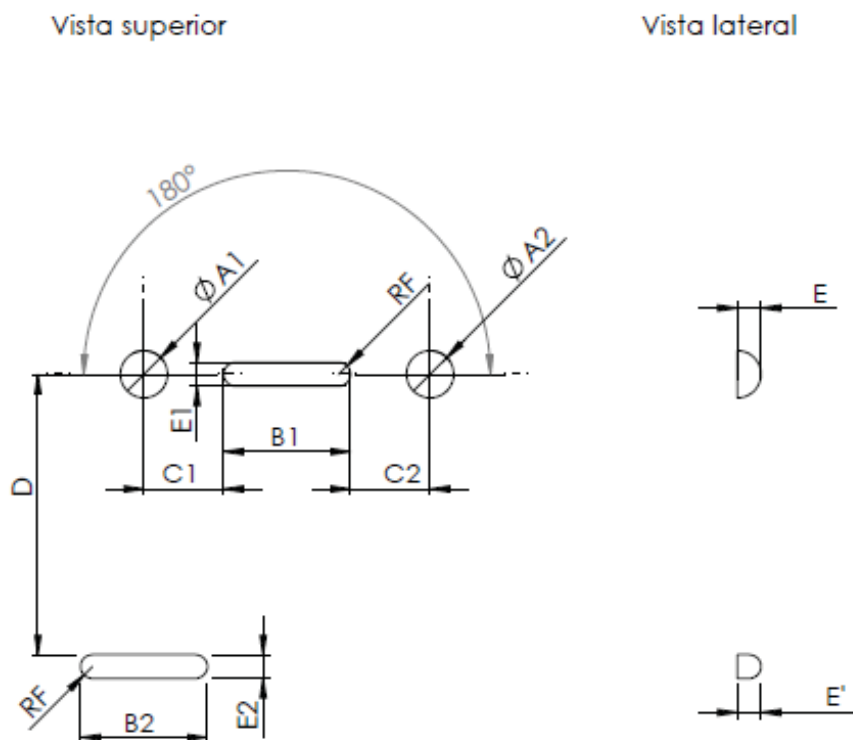
FONTE: ADAPTADO DE MARCHI (2019).

QUADRO 5 - DIMENSÕES SEE COLOR AMARELO NAS MATRIZES

MATRIZ	TAM	$\varnothing A$	B1	E1	C	D	B2	E2	E	E'	E''	RF
MATRIZES COR AMARELO TAMANHO M												
MACHO	M	1,5	4,2	0,7	2,75	9,55	4,2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,35
FÊMEA	M	1,8	4,5	1,0	2,6	9,4	4,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,50

FONTE: A autora (2019).

FIGURA 36 - ELEMENTOS SEE COLOR BRANCO



FONTE: ADAPTADO DE MARCHI (2019).

QUADRO 6 - DIMENSÕES SEE COLOR BRANCO NAS MATRIZES

MATRIZ	TAM	Ø A	B1	E1	C	D	B2	E2	E	E'	E''	RF
MATRIZES COR BRANCO TAMANHO G												
MACHO	G	1,9	4,6	0,9	2,85	9,95	4,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,45
FÊMEA	G	2,2	4,9	1,2	2,7	9,8	4,9	1,2	1,2	1,2	1,2	0,60

FONTE: A autora (2019).

A classe de tolerância apropriada para cada elemento é indicada nos desenhos técnicos, de acordo com os requisitos de cada componente. Os desenhos técnicos das matrizes, macho e fêmea com os elementos do See Color, nas cores Vermelho P, Amarelo M, e Branco G, estão no APÊNDICE 2, 3 e 4, respectivamente.

Conclui-se, portanto, a etapa 2 da Fase 3, cumprindo o segundo objetivo específico deste estudo: Estabelecer diretrizes de projeto e padrões dimensionais de tolerância para fabricação de matrizes, para o processo de embossing;

3.3.3 Aferição Dimensional das Matrizes

Em sequência ao planejamento dos experimentos, foi realizada a aferição dimensional dos elementos do see color nas matrizes macho e fêmea, com objetivo de averiguar a conformidade de fabricação de acordo com as diretrizes de projetos.

As características dimensionais averiguadas foram os aspectos de sua geometria: Altura do relevo dos elementos nas matrizes macho e profundidade da cavidade nas matrizes fêmea, diâmetro do ponto, comprimento da linha, largura da linha e distância entre elementos. O padrão para representação dos resultados das medições do mensurando, é a grandeza de comprimento, o metro, representado por seu submúltiplo, o milímetro, no formato centesimal, seguindo o padrão de especificação do dimensional do braille, conforme NBR 9050 (ABNT, 2015).

Segundo a VIM (2012), o número de ciclos de aferição, deve constar de, no mínimo, 03 medições, no entanto, quando não se tem histórico da estabilidade e repetitividade destas medições, é recomendável um número maior de medições, portanto, foram realizadas cinco repetições nas medições de cada elemento do see color nas matrizes. Os instrumentos utilizados para as medições dos elementos do see color nas matrizes macho e fêmea foram: O projetor de perfil (FIGURA 37) da marca mitutoyo, modelo com certificado de calibração válido até 2020, indica o erro de medição máxima em 0,003mm e incerteza de medição máxima de 0,003mm e Resolução: 0,001mm.

FIGURA 37 - PROJETO DE PERFIL



FONTE: A autora (2019).

Os equipamentos de aferição por coordenadas, como o projetor de perfil, fazem a aferição com movimentação nos 3 eixos: X,Y.Z, (MMC). Usado para medição da superfície de peças, mas em peças com elementos tridimensionais, é necessário a associação de outros equipamentos na medição de alturas, para a aferição de componente, em outras dimensões.

A medição foi realizada na imagem ampliada e não diretamente na peça, no entanto, é caracterizada como medição direta, pois o sistema de aferição indica o valor do mensurando no painel digital. Este instrumento, não permite a altura dos elementos. Foi utilizado para a aferição das alturas, do relevo dos elementos, nas matrizes do tipo macho, um traçador de altura digital, com uma coluna, da marca Digimess (FIGURA 38).

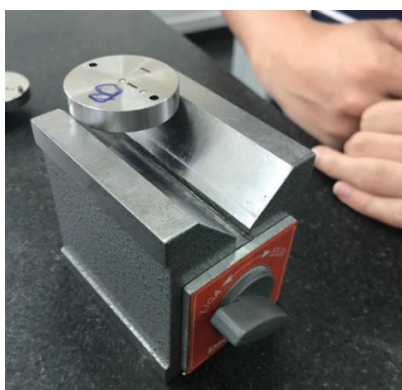
FIGURA 38 - TRAÇADOR DE ALTURA



FONTE: A autora (2019).

A aferição iniciou com o posicionamento das matrizes sobre o bloco padrão magnético em V da marca Digimess, conforme FIGURA 39.

FIGURA 39 - BLOCO PADRÃO MAGNÉTICO



FONTE: A autora (2019).

Para a aferição das cavidades dos elementos do see color nas matrizes fêmea, foi utilizado o microscópio Raman Confocal Witec alpha 300R (FIGURA 40), para geração das imagens.

FIGURA 40 - MICROSCÓPIO AFERIÇÃO SEE COLOR NAS MATRIZES



FONTE: CME UFPR (2019).

As imagens das matrizes, geradas pelo microscópio Raman, são enviadas para o software FOUR WITec Suite 4.1 de propriedade do laboratório de microscopia eletrônica da UFPR.

Os dados referentes ao dimensional das matrizes fêmeas, foram inseridos nas tabelas que já continham as aferições das matrizes machos, realizadas com o projetor de perfil e traçador de altura, complementando assim, a tabela. As imagens das matrizes, geradas pelo microscópio Raman, são enviadas para o software FOUR WITec Suite 4.1 de propriedade do laboratório de microscopia eletrônica da UFPR.

A partir das imagens, são gerados gráficos de perfil do contorno das peças, que são manipulados dentro do próprio software, com o posicionamento do cursor sobre os pontos de interesse no eixo y para verificação das dimensões de interesse.

Este procedimento não atendeu as necessidades de aferição de todos os elementos do see color nas matrizes, pois apesar de medir os elementos de forma precisa as cavidades dos elementos nas matrizes fêmea, as distâncias entre os pontos não puderam ser medidas. A aferição dimensional das matrizes, foi adaptada dos procedimentos sugeridos por Albertazzi e Souza (2018), dados as dificuldades apontadas, de se conseguir realizar as medições, pelos mesmos operadores, com os mesmos equipamentos, dentro dos parâmetros de normas específicas para medições,

pois, para as matrizes macho, a aferição dimensional foi realizada com os instrumentos da empresa Arotubi e para as matrizes fêmea, a aferição foi realizada com os instrumentos do Centro de Microscopia Eletrônica (CME) da UFPR. Por diferentes operadores. Para os valores dimensionais da profundidade das cavidades dos elementos, foi utilizado as medições CME, portando, processo, equipamentos e operadores diferentes.

Os dados obtidos foram analisados de forma descritiva, com o objetivo de verificar se os valores dimensionais se encontravam dentro dos valores mínimos e máximos de especificação. A análise descritiva foi realizada por meio gráficos para identificação de dados discrepantes, complementadas por uma análise de variância, para identificar as fontes de variação do processo. Os mesmos procedimentos aqui descritos, foram aplicados na aferição dimensional dos elementos do see color nas amostras. Os gráficos foram gerados com o uso do software “R” usados em análises estatísticas. Sendo possível uma análise descritiva dos resultados.

Conclui-se assim, a etapa 3 da Fase 3, que contempla a aferição dimensional dos elementos do see color, nas matrizes macho e fêmea após sua fabricação.

3.4 APLICAÇÃO DO *SEE COLOR*, NOS MATERIAIS SELECIONADOS;

Nesta fase, são apresentados os procedimentos utilizados para aplicação do see color nos materiais selecionados.

3.4.1 Preparação das Amostras

Os materiais em formato de lâmina de 0,30mm, com limite de espessura até 0,33mm, utilizados nas amostras, estão organizados no QUADRO 7.

QUADRO 7 - MATERIAIS SELECIONADOS E CARACTERÍSTICAS

Material	Características	Aplicação
Alumínio h14 / liga 1100	lâmina com espessura 0,30mm	matriz para impressão de livros em braille, embalagens para cosméticos
Polímero pvc expandido (policloreto de vinila)	lâmina com espessura de 0,30mm	comunicação visual, sinalização interna, mapas táteis, embalagens, displays.
Compósito: papel cartão	lâmina com espessura de 0,30mm, gramatura 250g/m ²	embalagens e impressos em braille, etiquetas externas (tags) para vestuário.

FONTE: A autora (2019)

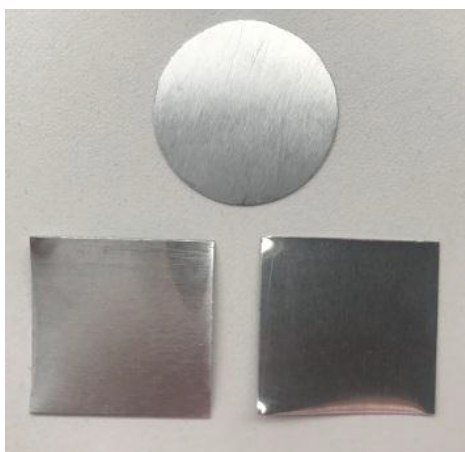
A chapa em formato de lâmina, com espessura de 0,30mm, em alumínio H14 / Liga 1100, foi uma doação da Fundação Dorina Nowill, durante a visita em suas instalações, em São Paulo, nos dias 15 a 17/02/2018.

A chapa de PVC branco, em formato de lâmina, com espessura de 0,30mm, foi comprado na Serilon, distribuidora de suprimentos de impressão e recorte, equipamentos, tintas e peças para comunicação visual situado em Curitiba. O Papel cartão foi comprado na distribuidora de Papeis Santa Maria, também em Curitiba.

Inicialmente as amostras seriam recortadas com tesoura em quadrados de 25mm x 25mm, no entanto, percebeu-se que nas amostras em metal, o corte com a tesoura causava deformação das bordas das amostras em metal, e deformando a planicidade do material, necessária para o processo de embossing, as amostras em formato circular, permaneceram planas após o corte em equipamento Router.

No corte da lâmina do metal em círculos com diâmetro de 25mm pode-se verificar nas amostras quadradas em metal, cortadas com tesoura que ficaram deformadas nas bordas, o que poderia interferir no processo de embossing. A amostra em metal cortada em formato circular pela Router, não sofreu deformação. (FIGURA 41), Para seguir o padrão, as demais amostras foram recortadas em formato circular.

FIGURA 41 - RECORTE DAS AMOSTRAS EM METAL



FONTE: A autora (2019).

O planejamento da aplicação do código de cores por processo de embossing teve como primeiro requisito, a identificação dos parâmetros de aplicação de compressão em Kilograma Força (Kgf) para cada tipo de material definido neste estudo. Para identificação destes parâmetros, foi utilizado o dinamômetro modelo DD-300 da marca Instrutherm, (FIGURA 42) com célula de carga com capacidade de

compressão e tração até 100Kgf com Certificado de Calibração nº 965341/19 de 25/02/2019. As demais especificações encontram-se no ANEXO 7.

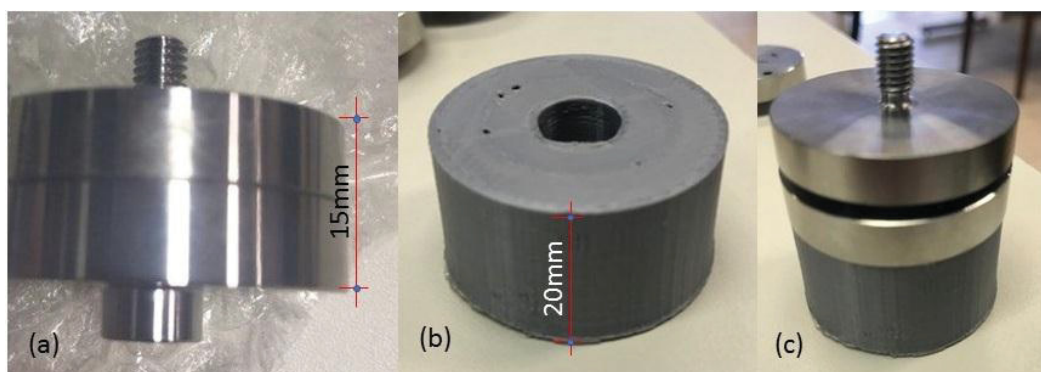
FIGURA 42 - DINAMÔMETRO MODELO DD-300



FONTE: A autora (2019).

Foi fabricado um calço com um furo central, por prototipagem rápida, com filamento em PLA, na impressora 3DCloner ST, do LABERG, com dimensional de 20mm de altura e o mesmo diâmetro da matriz, para deixar apenas um espaço para encaixe da lâmina, conforme FIGURA 43.

FIGURA 43 - DIMENSÃO MATRIZ EM AÇO TOOLUX 44 E CALÇO PLA

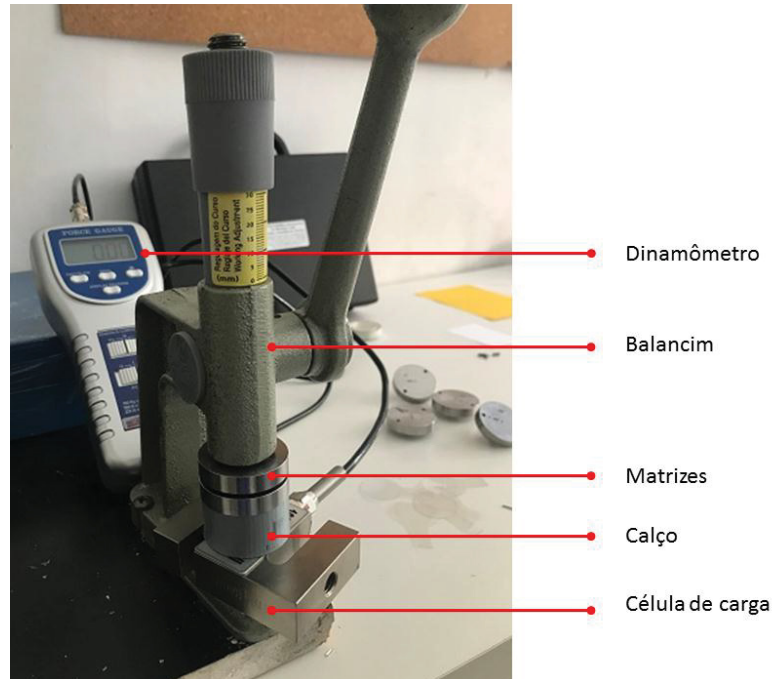


FONTE: A autora (2019).

LEGENDA: a) Dimensão corpo matriz em toolux 44; b) Calço em pla; c) Conjunto matriz com calço

A aplicação do embossing, foi realizado, com os instrumentos, adaptados no balancim manual, mostrados na FIGURA 44 devido a necessidade de inserir uma célula de carga durante o processo de embossing.

FIGURA 44 - BALANCIM COM INSTRUMENTOS ACOPLADOS



FONTE: A autora (2019).

A FIGURA 45 mostra o conjunto de instrumentos usados neste processo.

FIGURA 45 - INSTRUMENTOS E AMOSTRAS USADOS NO EMBOSSEING



FONTE: A autora (2019).

Os procedimentos foram realizados e descritos no Procedimento Operacional Padrão (POP), que é um dos muitos métodos de padronização de processos em procedimentos de Gestão da Qualidade. O Uso do POP reduz a variação nos processos, padroniza e facilita o treinamento de operadores, reduzindo os custos de produção, aumentando a qualidade e produtividade.




Conclui-se desta maneira, a etapa 4 da Fase 3, e cumpre-se o terceiro objetivo específico, que é a aplicação do see color com as cores selecionadas, por processo de embossing em amostras dos materiais selecionados.

3.4.2 Aferição Dimensional nas amostras

Após o processo de embossing e análise visual, foram selecionadas 05 as amostras aprovadas de cada material para serem aferidas em seu dimensional. O número de amostras foi definido por amostragem não probabilística intencional, sendo, portanto, aleatória, por conveniência do pesquisador. (OLIVEIRA, 2001).

É importante frisar que, o que foi medido, são os elementos do see color. Cada amostra, contém em torno de 10 elementos a serem aferidos, o ponto, a linha, áreas e altura do relevo, nas 3 cores, nos 3 tamanhos, em 5 amostras de cada material. As amostras selecionadas foram numeradas para a etapa de aferição dimensional dos elementos do see color aplicados nas três classes de materiais nas quantidades descritas no QUADRO 8.

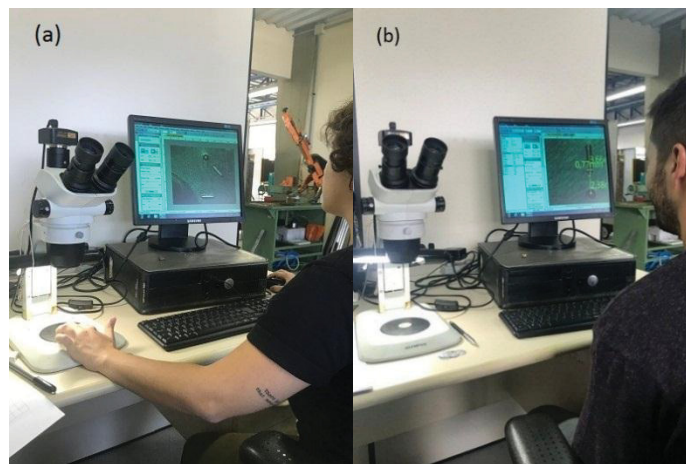
QUADRO 8 - QUANTIDADE DE AMOSTRAS USADAS NOS EXPERIMENTOS

AMOSTRAS			
SEE COLOR	 Vermelho	 Amarelo	 Branco
MATERIAL	AMOSTRAS TAMANHO P	AMOSTRAS TAMANHO M	AMOSTRAS TAMANHO G
ALUMÍNIO H14 / LIGA 1100	5	5	5
POLÍMERO PVC EXPANDIDO	5	5	5
COMPÓSITO PAPEL CARTÃO	5	5	5
TOTAL	15	15	15

FONTE: A autora (2019).

O objetivo destas aferições foi verificar se os dimensionais dos elementos do código de cores estavam em conformidade com os limites mínimos e máximos de especificação, confrontando os resultados obtidos com a NBR 9050 (2015), no item sobre símbolos táteis. Os procedimentos de aferição foram realizados por três operadores, incluindo a autora. Os operadores utilizaram o microscópio Olympus SZ61 para geração de imagens e o software de aferição ToupView (FIGURA 46), calibrado com ampliação de .67x para as medições.

FIGURA 46 - OPERADORES MEDIÇÕES



FONTE: A autora (2019).

LEGENDA: a) Operador 1; b) Operador 1

As aferições de alturas dos relevos nas amostras, foram realizadas no laboratório de metrologia do DEMEC, com o micrômetro digital externo, modelo Mitutoyo, graduação de 0 a 25mm, resolução milésimal de 0,001mm. A cada aferição o micrômetro era zerado. As amostras foram inseridas entre o batente e o fuso, nas faces de aferição, e ajuste manual na catraca, conforme FIGURA 47.

FIGURA 47 - MICRÔMETRO DIGITAL MITUTOYO

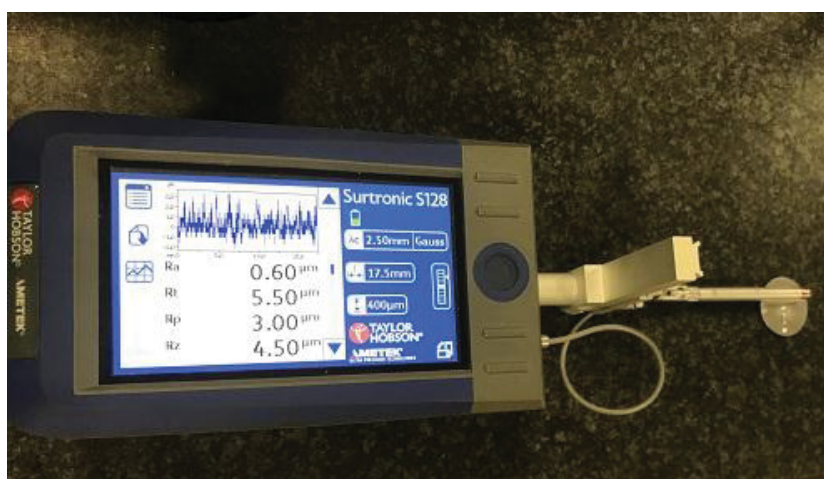


FONTE: A autora (2019).

3.4.3 Análises descritivas das aferições e rugosidade

Foram realizados análises descritivas da rugosidade nas amostras dos materiais metal, pvc e papel cartão, utilizando o rugosímetro eletrônico portátil da marca Taylor Hobson – Ametec com software Surtronic S128, para leitura dos dados. (FIGURA 48)

FIGURA 48 - RUGOSÍMETRO ELETRÔNICO PORTÁTIL



FONTE: A autora (2019).

A rugosidade da superfície, é medida, pelo apalpador que tem uma agulha que percorrer a superfície que será analisada. O movimento da agulha é transformado em impulsos elétricos e, a partir disso, é registrado no display o valor de cada parâmetro. A maioria dos rugosímetros tem os valores determinados em “Ra”, sigla para Rugosidade Aritmética (Ra), e em μm (micrômetros).

Todos os procedimentos de aferições realizados, foram adaptados, do modelo sugerido por Albertazzi e Souza (2018), nos aspectos de repetibilidade e reprodutibilidade, dadas as condições disponíveis de instrumentos. Os resultados foram anotados e compilados em planilhas de excel, a fim de obter dados para análises descritivas, com o objetivo de identificar se os elementos do see color, aplicado nos materiais, estavam dentro dos limites mínimos e máximos de especificação, em seu dimensional.

A análise dos dados das medições foi realizada com uso do software “R” para geração de gráficos para identificação de dados discrepantes, complementadas por uma análise de variância, ANOVA, para uma análise das fontes de variação total do processo.

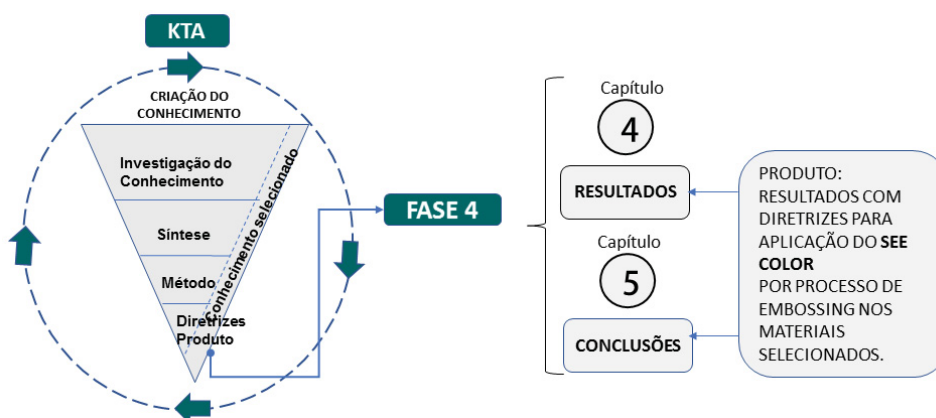
O controle de qualidade pode ser feito por variáveis, onde são estabelecidos os limites de especificação, mínimo e máximo. A faixa delimitada entre estes limites, é denominada zona de conformidade, que foi estabelecida, para as amostras, como a média dos limites estabelecido. Se o produto estiver dentro da zona de conformidade, então está aprovado. A decisão por estas variáveis podem ser tomada, com base nos resultados das medições das características de interesse do produto.

Conclui-se, portanto, a quinta e última etapa da Fase 3, que é Aferição dimensional destes elementos, após sua aplicação nos materiais selecionados. Encerrando-se assim, a fase 3 do modelo KTA.

4 RESULTADOS - FASE 4

Os resultados apresentados, fecham a fase 4 do modelo KTA (FIGURA 49), apresentando o conhecimento compilado no decorrer do desenvolvimento deste trabalho (GRAHAM et al., 2006).

FIGURA 49 - FASE 4 - KTA



FONTE: A autora (2019).

4.1 RESULTADO DA PESQUISA EXPLORATÓRIA

Em atendimento ao primeiro objetivo específico, de compreender o processo de aplicação de símbolos táteis por processo de embossing, por meio de referencial teórico e visitas técnicas, foi realizada uma pesquisa exploratória. A pesquisa exploratória, comparou a disposição das informações táteis em cinco embalagens de cinco produtos do ramo alimentício. Esta foi realizada com cinco usuários (quatro cegos e um com acuidade visual de 5%), que assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. O modelo encontra-se no APÊNDICE 5.

Os resultados apontaram dificuldades, pelos cinco usuários, no reconhecimento de algumas transcrições em braille. Após aferição dos dimensionais do código braille, em laboratório, foi constatado que um dos problemas estava na padronização da altura do braille.

Os valores referentes ao relevo do braille apresentaram variação amostral, principalmente nas embalagens de produtos com maior peso. Os resultados corroboraram com as dificuldades dos usuários em realizar a leitura tátil do braille nestas embalagens disponibilizadas (FIGURA 50).

FIGURA 50 - LEITURA TÁTIL DO BRAILLE



FONTE: A autora (2019).

No contexto desta pesquisa exploratória inicial, os resultados apontaram para a necessidade de melhorias nas embalagens, para a comunicação das informações a pessoas com deficiência visual. A partir dos relatos dos usuários, foi criado um infográfico com a sugestão de melhorias nas embalagens, para PcDvs, como resultado específico desta pesquisa exploratória. (FIGURA 51).

FIGURA 51 - INFOGRÁFICO EMBALAGEM ACESSIVEL



FONTE: Barbosa et al (2018).

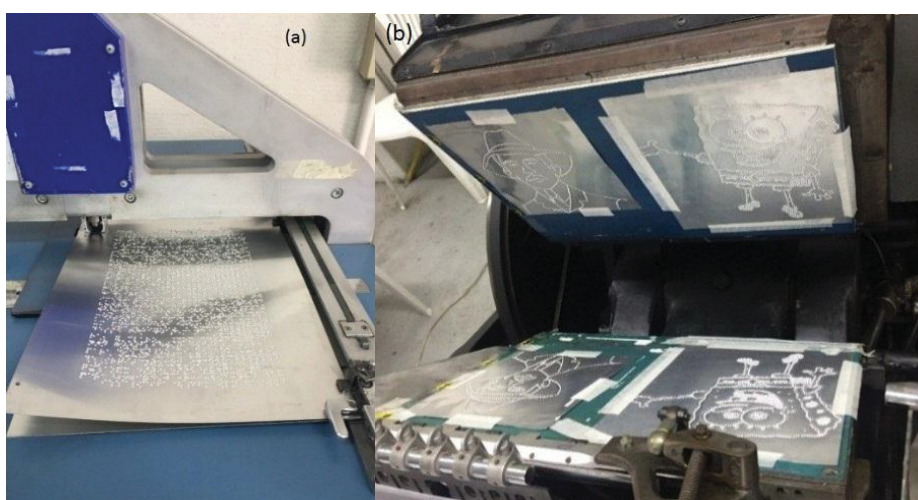
O levantamento dos dados ocorreu no mês de novembro de 2017 no Laboratório de Ergonomia e Usabilidade (LABERG) da UFPR, Brasil.

Foram realizadas visitas técnicas a fornecedores de produtos de tecnologias assistivas. A primeira visita ocorreu na Fundação Dorina Nowill¹⁰ para Cegos, em São Paulo, nos dias 15 a 17/02/2018. A Fundação Dorina Nowill é uma organização sem fins lucrativos e de caráter filantrópico responsável pela maior Imprensa Braille do Brasil e da América Latina, em capacidade de produção e envio gratuito de livros para escolas, bibliotecas e organizações de todo o Brasil, responsável pela produção 70% de todos os materiais em braille produzidos no Brasil.

Esta informação foi fornecida verbalmente pelo coordenador de desenvolvimento e comercialização de produtos. Esta visita oportunizou o conhecimento dos processos, equipamentos e materiais para impressão de livros em braille, gerando *insights* para a condução da pesquisa. Foi também o primeiro contato com o termo “embosser” que, segundo os técnicos da gráfica da Fundação Dorina Nowill e Teca Assistiva, é o termo mais usado quando se busca equipamentos, recursos ou pesquisas associadas a aplicação do braille.

A partir desta informação, optou-se por definir o embossing como palavra-chave deste estudo, afim de torna-lo mais acessível em futuras busca pelo termo. A FIGURA 52 mostra o processo de embossing, utilizado pela Fundação Dorina Nowill impressão de materiais gráficos em braille.

FIGURA 52 - MATRIZES IMPRESSÃO LIVROS EM BRAILLE.



FONTE: Autora (2018)

LEGENDA: a) Puncionamento do ponto braille;
b) Matrizes do tipo macho e fêmea.

¹⁰ <https://www.fundacaodorina.org.br/>

A figura (a), mostra o processo de puncionamento do código braille, em chapa em alumínio H14 / Liga 1100, para confecção de matrizes do tipo macho e fêmea, que são usadas na impressão de materiais gráficos por processo de embossing. A figura (b), mostra matrizes do tipo macho e fêmea sendo utilizadas na impressão do material gráfico pelo processo embossing. Amostras deste material, foram doadas para os experimentos de aplicação do *see color* nas amostras de metal, deste estudo.

Ainda em São Paulo, foi realizada a visita a indústria Teca Assistiva¹¹, responsável pela importação e fabricação de soluções em Tecnologia Assistivas, com portfólio de produtos voltados para PcDV. Em sua maioria, são produtos e recursos para impressão, leitura e decodificação de informações, como impressoras, scanners, máquinas de escrever e leitores digitais usado por PcDV.

A empresa traduz e disponibiliza online, os softwares e recursos usados nos equipamentos que importa e comercializa de outros países. Oferece também recursos online em português para o aprendizado e utilização do braille, voltado para professores da rede pública.

4.2 RESULTADO DA FABRICAÇÃO DAS MATRIZES

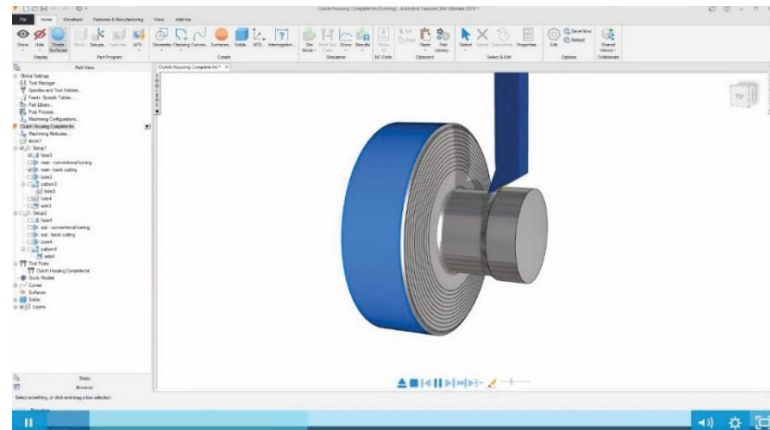
Em atendimento ao objetivo específico de estabelecer diretrizes de projetos e padrões dimensionais para fabricação de matrizes, para o processo de embossing, foram fabricados dois protótipos de matrizes neste estudo, sendo o primeiro descartado e o segundo, utilizado para o embossing do *see color* nas amostras selecionadas.

4.2.1 Torneamento das matrizes

Foi selecionado uma parcela de uma barra esférica de Toolox 44, com diâmetro de 38mm por 200mm de comprimento para usinagem das matrizes. utilizando o software FeatureCam, conforme FIGURA 53.

¹¹ <http://tecassistiva.com.br/>

FIGURA 53 - SOFTWARE FEATURECAM



FONTE: RK FERRAMENTARIA (2018).

Após ser concluído a programação foi realizada a usinagem no torno Mazak Quick Turn Smart 250, (FIGURA 54), conforme especificações do projeto.

O centro de torneamento é um torno com *Computer Numerical Control* (CNC). O Torneamento realizou o processo de usinagem das peças cilíndricas. Esse processo de usinagem, faz a remoção do material da matéria prima bruta até a forma, o diâmetro e a dimensão especificada na programação, com acabamento final (MAZAK, 2019)¹²

FIGURA 54 - TORNO MAZAK SMART 250



FONTE: RK FERRAMENTARIA (2018).

¹² <https://www.mazak.com.br/machines/product/turning/>

4.2.2 Micro usinagem por high speed machining

Concluído o processo de torneamento, as peças foram levadas para o centro de Usinagem High Speed HSM 500LP. Foi iniciada a programação da usinagem para a micro fresagem, dos elementos morfológicos do See Color, sendo, a matriz na cor vermelha com dimensão do código no tamanho P, do amarelo no tamanho M e o branco no tamanho G, na face superior das matrizes.

Para o planejamento da fabricação das matrizes, foi usado os recursos do software GRV¹³, para cadastro, sequência de processo, tempo previsto e tempo executado das peças. O GRV, é um sistema de Enterprise Resource Planning (ERP), utilizado para a gestão operacional, integrando todos os equipamentos, centralizando as informações dos processos de fabricação em um banco de dados da empresa.

O centro de Usinagem *High Speed* utilizado foi o Mikron HSM 500LP conforme FIGURA 55.

FIGURA 55 - MIKRON HSM 500LP EXTERNO E INTERNO



FONTE: RK FERRAMENTARIA (2018).

Para programação do uso e percurso das ferramentas para micro fresagem das matrizes, foi utilizado o recurso do software NC CAM, Powermill¹⁴, especializado

¹³ <https://grvsoftware.com.br/>

¹⁴ <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/powermill?sort=score>

em manufatura de formas complexas para a indústria de moldes e matrizes, automotiva e aeroespacial.

As fresas utilizadas neste percurso são as fresas toroidal Ø 4mm R.0,5mm K2; Fresa topo reto Ø 1mm K2, fresa topo reto Ø 2mm K2, fresa esférica Ø0,5mm Blue e fresa toroidal Ø2,0mm R.5 Blue, mostradas na FIGURA 56.

FIGURA 56 - FRESAS UTILIZADAS NA HSM 500LP



FONTE: RK FERRAMENTARIA (2018).

A fabricação das matrizes foi realizada no dia 11/12/2018 e entregue no dia 15/12/2018. O período total de projeto e fabricação ocorreu de setembro a dezembro de 2018.

4.2.3 Resultado fabricação protótipo 1 em alumínio 6061

Para a fabricação do protótipo 1 de matriz macho e fêmea, foi utilizado o material liga de alumínio 6061 (FIGURA 57). Com diâmetro de 31,75 mm por aproximadamente 200 mm de comprimento.

FIGURA 57 - CARACTERÍSTICAS MATRIZ SEE COLOR – VERSÃO 1



FONTE: A autora (2019).

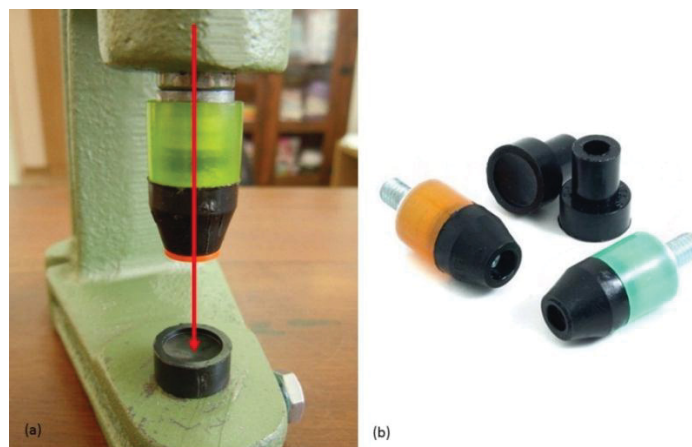
O processo iniciou com a programação de torneamento da matriz, utilizando o software FeatureCam. Após ser concluído a programação foi utilizado o torno DL6T para torneamento conforme especificações de projeto. Após o término desta

programação, foram colocadas no centro de Usinagem *High Speed* utilizado foi o Mikron HSM 500LP. O protótipo foi entregue em 30/10/2018.

Ao iniciar os experimentos, utilizando as matrizes, para aplicação do see color nas amostras, foram identificados a dificuldade de encaixe das matrizes, pela falta dos pinos guias. Apenas o chanfro de posicionamento da matriz, não foi suficiente para manter o encaixe perfeito das matrizes. A tentativa de fazer a matriz sem pino guia, foi em função do desejo de manter um dimensional pequeno no diâmetro da matriz. Objetivou-se também, experimentar se apenas o encaixe elementos do código e o chanfro de posicionamento seriam suficientes para realizar esta função, uma vez que as matrizes ficariam acopladas no balancim e o seu cursor, tem alinhamento preciso entre o pistão e a base.

Esperava-se que os próprios elementos, macho e fêmea, fizessem a função de encaixe, deixando de existir a necessidade de pinos guias. Caso surtisse efeito, a área da matriz ficaria livre, o que diminuiria os custos, pois deixaria a face da matriz, dimensionada apenas com os elementos do código, com diâmetro reduzido e sem necessidade de outro processo para fazer o furo dos pinos, incluindo o custo dos pinos. Nas matrizes disponíveis no mercado, usadas para aplicação de ilhoses, cobertura de botões ou fabricação de botons, não há pinos, o próprio eixo central do balancim, mantém o cursor alinhado, conforme mostra a FIGURA 58.

FIGURA 58 - MATRIZES PLÁSTICAS



FONTE: A autora (2019).

LEGENDA: a) Balancim com matriz para botões

b) Matrizes para botões

Foi verificada a planicidade da base do balancim com um nível de bolha, o que poderia causar deformação nas amostras, durante o processo de embossing. Um lixamento foi realizado para deixar a base plana. conforme a FIGURA 59.

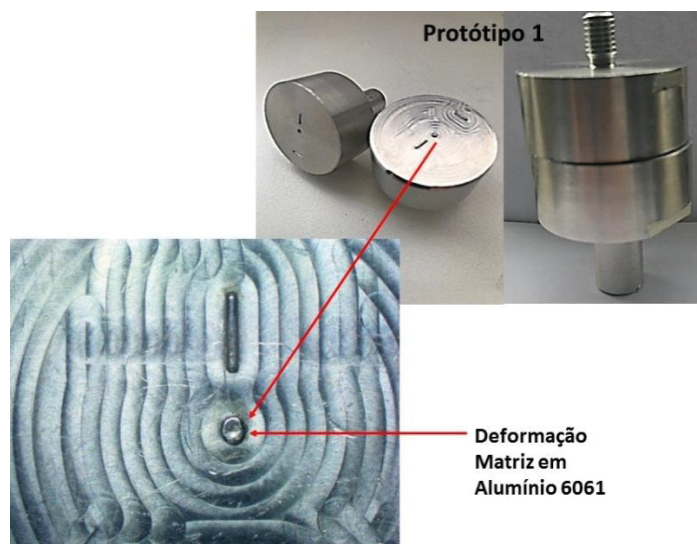
FIGURA 59 - PLANIFICAÇÃO BASE BALACIM



FONTE: A autora (2019).

Ao iniciar os experimentos de embossing, a o protótipo 1 da matriz sofreu deformação, dos elementos do see color, conforme FIGURA 60.

FIGURA 60 - DEFORMAÇÃO MATRIZ MACHO EM ALUMÍNIO



FONTE: A autora (2019).

Observou-se que a deformação ocorreu com o achatamento do ponto e a causa desta deformação foi em decorrência da ductilidade do alumínio 6061.

Concluindo-se que, este material, não é adequado para a manutenção das características dimensionais dos elementos do see color, após a usinagem, portanto, não sendo apropriado para fabricação das matrizes para processo de embossing.

Ainda foi percebida a necessidade de um dimensional menor na altura das matrizes, por questões de custos do material, para compensar o aumento do diâmetro das matrizes, devido à inserção dos pinos guias e a área necessária para a inserção dos elementos do see color, que atendesse a todos os códigos, mantendo um padrão dimensional das matrizes. Também foi avaliado como encaixar uma pequena célula de carga para medir a compressão em Kgf, a fim de identificar a compressão correta, para cada tipo de material, durante o processo de embossing. Foi necessário então, criar um calço, que ficasse entre a célula de carga e a matriz.

Após a avaliação do protótipo 1, observou-se a necessidade de aumentar a ductibilidade do material da matriz e a adição de pinos de posicionamento no projeto técnico, para melhor encaixe durante o processo de embossing, e aumento da área da superfície das matrizes. Todas estas observações, se transformaram em requisito de projetos, e foram organizados no modelo sugerido por Ashby, Shercliff e Cebom (2012). A tradução destes requisitos foi elaborada considerando material e processo que foram organizados e descritos no QUADRO 9.

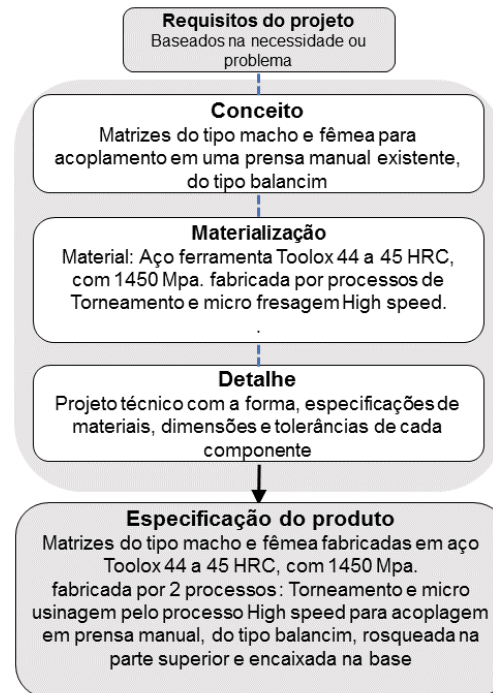
QUADRO 9 - TRADUÇÃO DOS REQUISITOS DE PROJETO

Tradução dos requisitos de projeto – Material e processo			
Material		Processo	
<i>Classe do material:</i>	Metal - Aço ferramenta	<i>Função:</i>	Embossing (conformação por estiramento) dos elementos do see color
<i>Restrições geométricas:</i>	Formato cilíndrico com fácil usinagem.	<i>Restrições geométricas:</i>	Dimensões do artefato limitadas pela estrutura, para acoplagem na prensa manual do tipo balacim existente.
<i>Restrições Técnicas:</i>	Estabilidade dimensional após a usinagem. Resistente a desgaste, fadiga e boa tenacidade.	<i>Restrições funcionais:</i>	Aplicação em diferentes classes de materiais, em formato de lâminas com limites de espessura de 0,33mm.
<i>Restrições econômicas:</i>	Baixo custo	<i>Restrições econômicas:</i>	Economia, rapidez e simplicidade operacional.
<i>Objetivo:</i>	Fácil usinagem e Estabilidade dimensional após a usinagem.	<i>Objetivo:</i>	Especificação de produto que atenda a função e aos requisitos de projeto
<i>Variáveis livres:</i>	Material disponível podendo varia do toolox 33 ao 44	<i>Variáveis livres:</i>	Forma obedecendo as restrições dimensionais de acoplagem
<i>Documentação - Resumo Técnico:</i>	Toolox 44 – 45 HCR - 1260 Mpa, baixa adição de carbono, fácil usinagem.	<i>Documentação</i>	Processo de microusinagem high speed, com uso de fresas específicas nos elementos do see color

FONTE: ASHBY, SHERCLIFF E CEBOM (2012).

Com a tradução dos requisitos de projeto, associando-os aos materiais e processos, foi possível definir a especificação do produto conforme modelo de requisito de projeto, sugerido por Ashby, Shercliff e Cebom (2012), apresentado na FIGURA 61.

FIGURA 61 - REQUISITOS DE PROJETO



FONTE: ASHBY, SHERCLIFF E CEBOM (2012).

4.2.4 Especificação de limites inferiores e superiores nas matrizes.

No projeto original do see color, os desenhos técnicos e as indicações dos elementos gráficos, eram nominados e dimensionados conforme o QUADRO 10

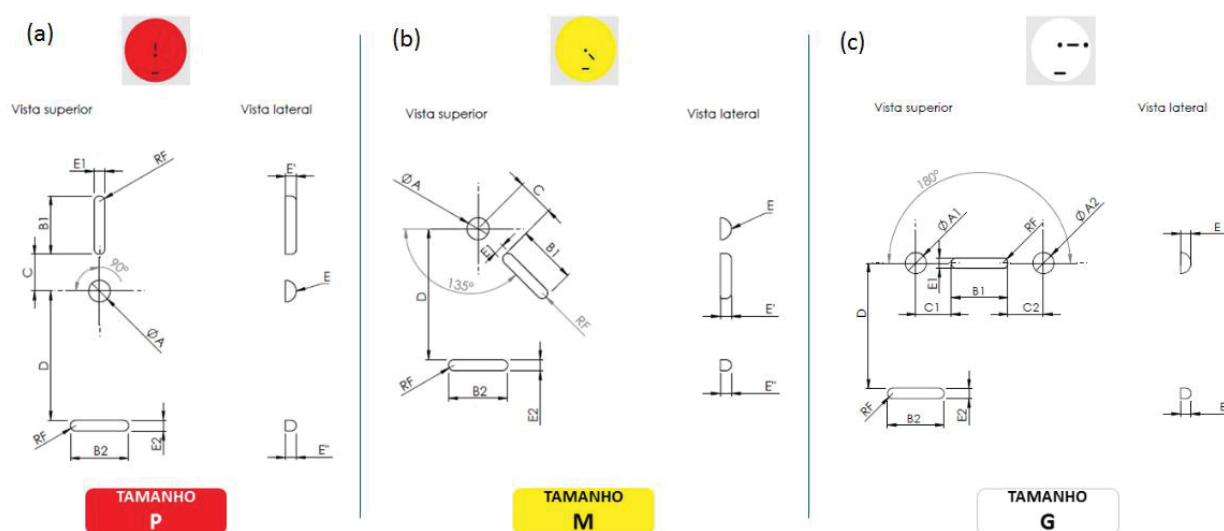
QUADRO 10 - INDICAÇÃO DOS ELEMENTOS SEE COLOR

SEE COLOR		DESENHO TÉCNICO	Ø A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	RF (mm)
VERMELHO Pequeno = P			1,2	3,7	2,6	9,1	0,6	0,3
AMARELO Médio = M			1,6	4,3	2,7	9,5	0,8	0,4
BRANCO Grande = G			2	4,7	2,8	9,9	1	0,5

FONTE: A autora (2019).

Estas indicações se apresentaram como insuficientes para estabelecer parâmetros para fabricação do see color nas matrizes, pois os elementos tem características morfológicas e de posicionamento diferente, por exemplo, o see color branco é constituído de dois pontos, o que não corre nos códigos vermelho e amarelo, apesar de terem o mesmo dimensional, precisam ser nominados de maneira que pudesse verificar as referências reais do elemento a que se refere, no momento de aferição. Assim, renomearam-se os elementos, conforme FIGURA 62, estabelecendo-se valores dimensionais para machos e fêmea, para elaboração do projeto de fabricação das matrizes.

FIGURA 62 - ELEMENTOS - SEE COLOR



FONTE: ADAPTADO DE MARCHI (2019)

LEGENDA: a) See color vermelho - P;

b) See color amarelo - M;

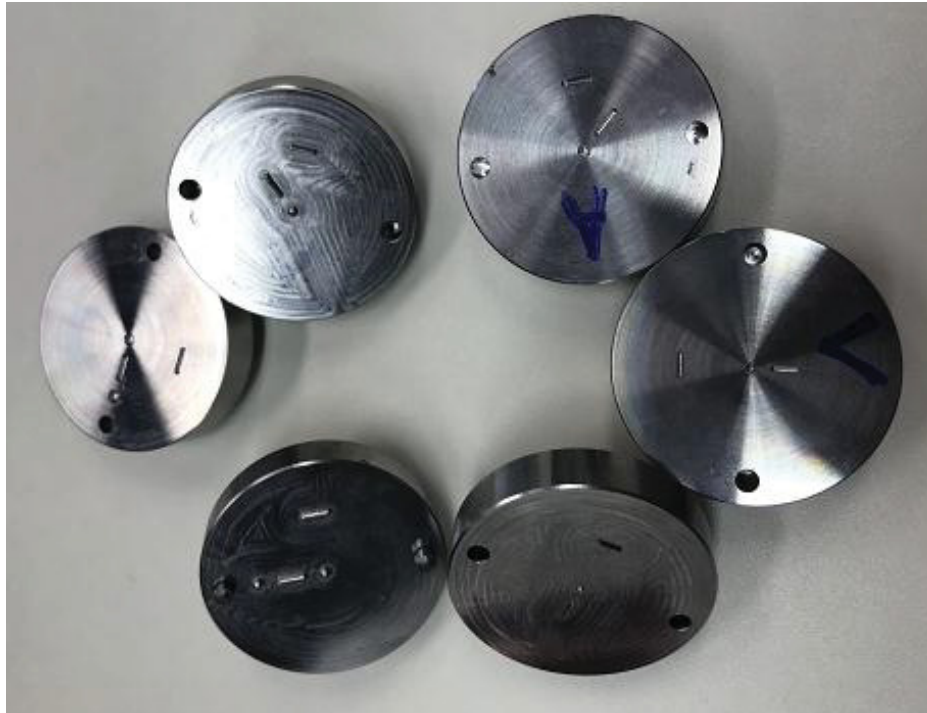
c) See color branco - G;

4.2.5 Resultado fabricação protótipo 2 em Toolox 44

Um dos desafios ao se fazer um trabalho que envolva os processos utilizados por uma indústria, é o compartilhamento destas informações, pois estes processos são tratados como segredo industrial e uma forma de diferenciação no mercado e de seus concorrentes, de maneira que assim, encontrou-se uma parceria com a RK Ferramentaria, que, além de todo o suporte dado durante a fabricação, disponibilizou todo o processo de fabricação das matrizes e nome dos equipamentos utilizados, para a fabricação das matrizes, sendo este um resultado importante deste trabalho.

O produto final, as matrizes macho e fêmea, contendo os elementos morfológicos do See Color nas cores vermelho P, Amarelo M e Branco G fabricados em aço Toolox 44 são apresentados na FIGURA 63.

FIGURA 63 - MATRIZES EM AÇO TOOLOX 44

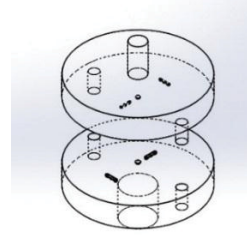
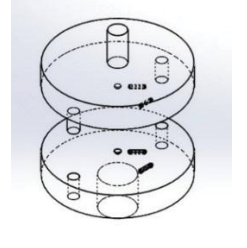
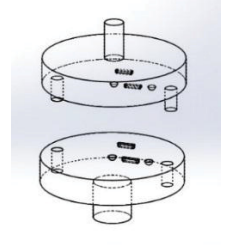


FONTE: A autora (2019).

As ferramentas utilizadas na sua fabricação são descritas na sequência. Para o processo de usinagem *High Speed*, para a matriz macho, foram utilizados 5 tipos de ferramentas. O processo foi iniciado com a fresa toroidal Ø 4mm R.0,5mm K2, para desbastar o excesso de material, e pré-moldagem do elemento do see color. Em seguida, para pré-acabamento do elemento macho do See color, foi utilizado fresa topo reto Ø 1mm K2, na próxima sequência, no pré-acabamento da superfície, foi utilizado fresa topo reto Ø 2mm K2, na superfície e moldagem dos elementos do see color. Em seguida, após esta operação, foi utilizada a fresa esférica Ø0,5mm Blue, para refinamento no acabamento dos elementos do see color. A fresa toroidal Ø2,0mm R.5 foi utilizada para acabamento dos furos dos pinos guia. A matriz foi finalizada com o chanfrador, para remoção dos cantos vivo na peça. No processo de usinagem da High Speed para a matriz fêmea, foi utilizado 3 tipos de ferramentas. O processo foi iniciado com a fresa esférica Ø1mm Blue, para remoção de material, definindo a cavidade dos elementos do see color, na matriz fêmea. Em seguida, foi

iniciado o processo de acabamento utilizando a fresa esférica Ø0,5mm Blue e depois fresa toroidal Ø2,0mm R.5 Blue. Esta sequência de operações da Mikron HSM 500 LP e ferramentas usadas em cada percurso está organizada no QUADRO 11.

QUADRO 11 - OPERAÇÕES DA MIKRON HSM 500 LP

MATRIZ			FERRAMENTA	ROTAÇÃO	AVANÇO
vermelho		macho	fresa toroidal Ø4,0 R.5 – K2	6366	2546
			fresa topo reto Ø2mm – K2	9549	1910
			fresa toroidal Ø2,0 R.5 - K2	9549	955
			fresa esférica Ø0,5mm - BLUE	30000	1800
		fêmea	fresa esférica Ø0,5mm - BLUE	12732	637
			fresa esférica Ø1mm - BLUE	26000	1560
			fresa esférica Ø0,5mm - BLUE	30000	1800
			fresa toroidal Ø2,0 R.5 - BLUE	12732	637
amarelo		macho	fresa toroidal Ø4,0 R.5 – K2	6366	2546
			fresa topo reto Ø2mm – K2	12732	1528
			fresa toroidal Ø2,0 R.5 - K2	9549	955
			fresa esférica Ø0,5mm - BLUE	30000	1800
		fêmea	fresa esférica Ø0,5mm - BLUE	12732	637
			fresa esférica Ø1mm	26000	1560
			fresa esférica Ø0,5mm	30000	1800
			fresa toroidal Ø2,0 R.5	12732	637
branco		macho	fresa toroidal Ø4,0 R.5 – K2	6366	2546
			fresa topo reto Ø1mm – K2	19099	1910
			fresa topo reto Ø2mm – K2	9549	1146
			fresa esférica Ø0,5mm	30000	1800
		fêmea	fresa toroidal Ø2,0 R.5 - BLUE	12732	637
			fresa esférica Ø1mm	26000	1560
			fresa esférica Ø0,5mm	30000	1800
			fresa toroidal Ø2,0 R.5	12732	1273

FONTE: RK FERRAMENTARIA (2018).

4.3 RESULTADO AFERIÇÃO DIMENSIONAL SEE COLOR NAS MATRIZES

A aferição das matrizes foi realizada em janeiro de 2019, nas dependências da empresa Arotubi, que está instalada na cidade industrial de Curitiba. A empresa possui um laboratório de qualidade, onde foram realizadas as medições, por um operador, responsável pelo controle de qualidade dimensional, dos produtos fabricados pela empresa, com autorização da gerência.

4.3.1 Aferição dimensional das matrizes no projetor de perfil

Os elementos do see color nas matrizes foram aferidos no projetor de perfil na empresa arotubi, por um operador. A aferição começou com o posicionamento das matrizes sobre a mesa do equipamento. Em seguida, foi feito o ajuste do foco através da variação da altura da mesa para deixar a imagem projetada dos elementos do see color, no painel digital frontal, o mais nítido possível, pois a nitidez da imagem, influencia nos resultados. Não foi possível realizar as medições dos elementos dos see color nas matrizes fêmea, na primeira aferição na empresa Arotubi, por não haver instrumentos, que pudessem medir as cavidades dos elementos do see color devido a sua micro dimensão. O relógio comparador disponível, não dispunha de uma ponteira fina que pudesse ser usado para as medições, pois, não dispunha de ponteira com dimensões adequadas para a aferição das cavidades dos elementos do see color, nas matrizes fêmeas.

Tendo em vista as dificuldades para encontrar instrumentos de aferição direta, das cavidades dos elementos do see color nas matrizes fêmeas, foi solicitado ao Centro de Microscopia Eletrônica (CME) a varredura microscópica das matrizes, para averiguar as dimensões dos elementos do see color nas matrizes fêmeas.

O laboratório de microscopia requer agendamento prévio, para execução dos serviços solicitados e definição do número de imagens que será gerada. Este agendamento só pode ser requisitado, pelo professor titular com vínculo com a instituição UFPR. O agendamento foi solicitado pela orientadora deste estudo. Foi agendado uma reunião inicial, com a equipe do laboratório para alinhar as diretrizes de medições e os resultados pretendidos com a varredura microscópica.

A intenção inicial era a possibilidade de aferição de todas as matrizes por este sistema, no entanto, após a apresentação das matrizes e amostras, e as características dos elementos do see color que deveriam ser mensuradas, a equipe descartou as amostras, por compreender que elas poderiam ser realizadas por outros instrumentos e por falta de horários disponíveis na sequência para agendamento pelo laboratório.

Para iniciar os procedimentos, foi solicitado a limpeza das matrizes em álcool isopropílico P.A. A equipe do laboratório disponibilizou o material para limpeza e passou as instruções de limpeza e acondicionamento das matrizes, conforme FIGURA 64. As peças ficaram imersas no álcool isopropílico, em torno de 20 minutos, depois

foram secas com um tecido específico que não solta fibras, e em seguida, após limpeza, acondicionadas em um recipiente hermeticamente fechados para evitar contaminação de resíduos de pó.

FIGURA 64 - LIMPEZA MATRIZES



FONTE: A autora (2019).

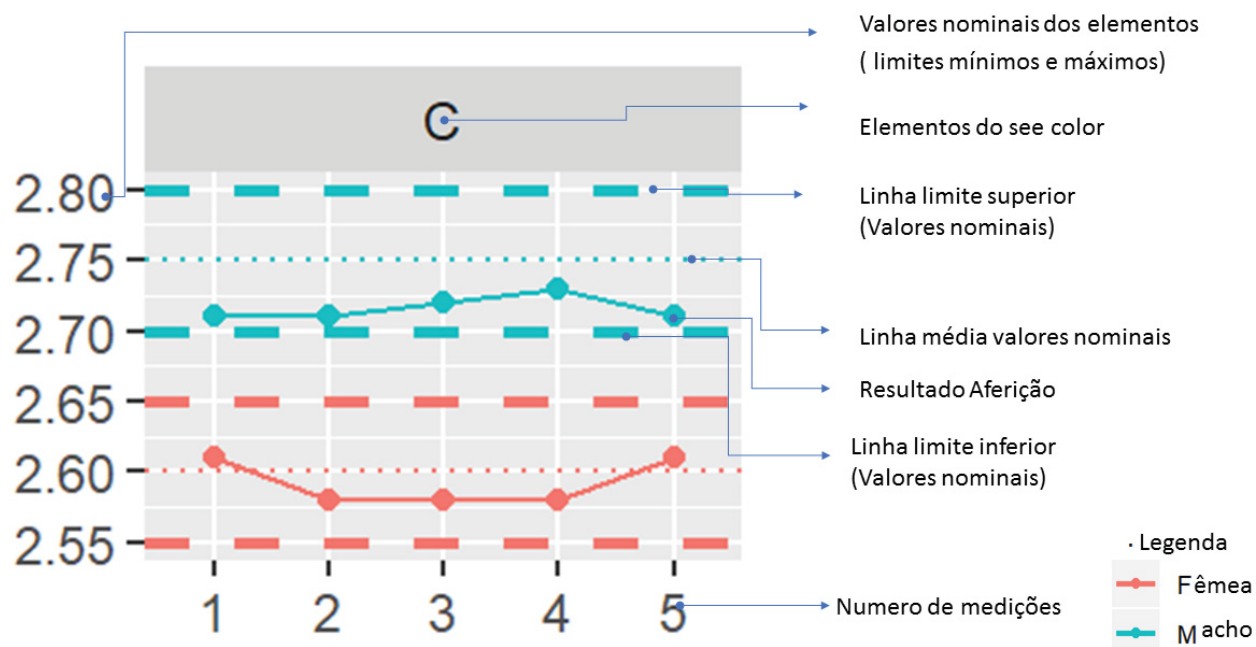
As condições de repetitividade, devem seguir o mesmo procedimento de aferição; o mesmo operador, o mesmo instrumento de aferição, nas mesmas condições ambientais, no mesmo local, e em curto espaço de tempo. Estas condições não foram possíveis ser atendidas, portanto, os procedimentos precisaram ser adaptados, a fim de se conseguir aferir os elementos do see color, dada as condições disponíveis.

Os resultados das medições das matrizes no projetor de perfil, foram organizados em tabela Excell, onde foram realizadas operações para identificar a média, limites mínimos e máximos de acordo com as tolerâncias gerais, estabelecidas para cada elemento, segundo a NBR 2768-1 (ABNT, 2001).

A partir destas tabelas, foram gerados gráficos demonstrativos para apresentar os valores aferidos, em relação aos limites superiores de especificação, e os limites inferiores, ou mínimos, de especificação de cada conjunto de matriz. Os valores de especificação são os valores nominais de cada elemento com suas

respectivas tolerâncias. A FIGURA 65 traz a identificação de cada item que compõem o gráfico, para a correta interpretação das informações que eles comunicam.

FIGURA 65 - INTERPRETAÇÃO DOS GRÁFICOS



FONTE: A autora (2019).

No gráfico mostrado, a linha inferior e superior tracejada em vermelho, determina os valores limites mínimos (linha inferior) e máximo (linha superior) das medidas nominais e a linha média tracejada em azul, representa as médias das nominais.

A faixa delimitada entre estes limites, é denominada zona de conformidade, caracterizada pela média dos limites estabelecidos, quanto mais próximo desta linha central, melhor é a precisão das aferições. Se os valores estiverem dentro da zona de conformidade, então estes valores estão em conformidade com as especificações.

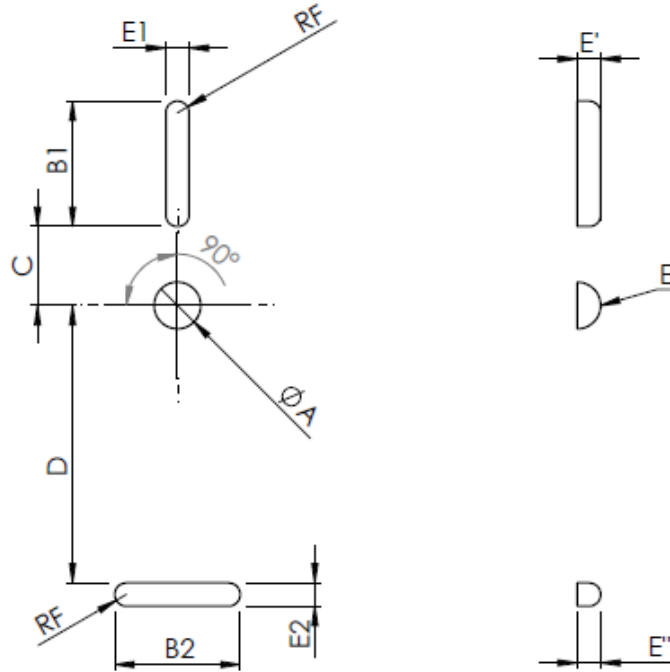
Para facilitar a interpretação dos dados, para cada gráfico, foi inserida uma figura com os elementos do respectivo código e na sequência, uma tabela com os valores nominais com os limites mínimos e máximos com as tolerâncias específicas para cada elemento, de acordo com a NBR 6728-1(2002).

Os resultados mostrados no GRÁFICO 3, são referentes aos elementos do see color vermelho P (FIGURA 66) nas matrizes macho e fêmea acompanhada da TABELA 1, com as indicações de limites e tolerâncias dimensionais do see color vermelho P.

FIGURA 66 - IDENTIFICAÇÃO ELEMENTOS SEE COLOR VERMELHO

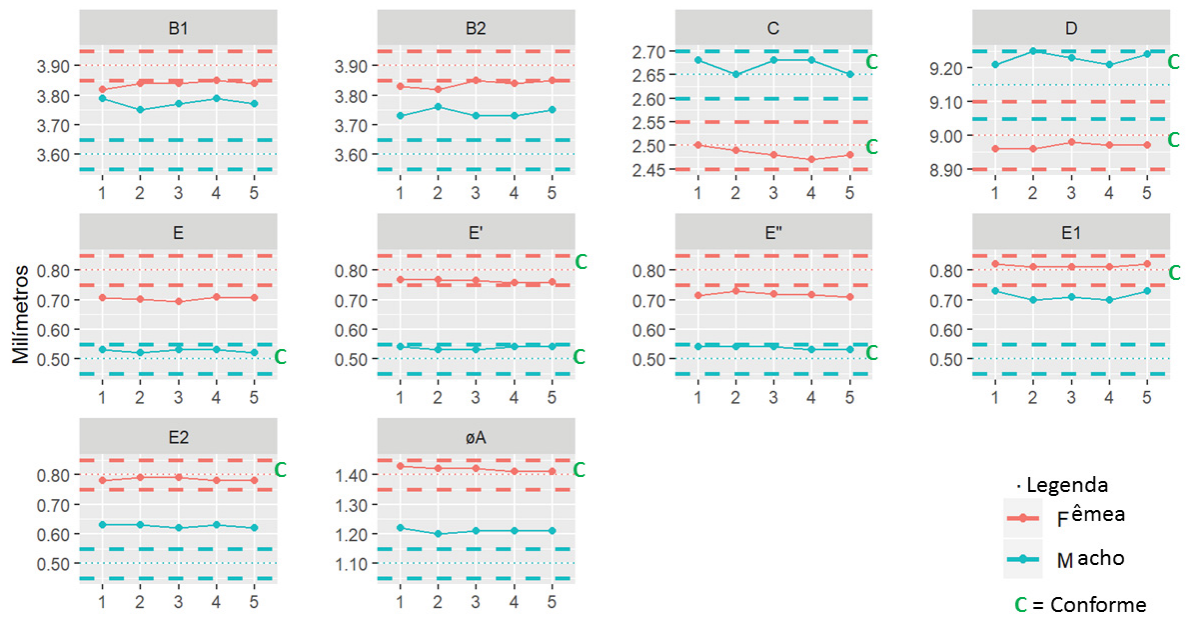
Vista superior

Vista lateral



FONTE: A autora (2019).

GRÁFICO 3 - MATRIZ MACHO E FÊMEA VERMELHO P



FONTE: A autora (2019).

TABELA 1 - LIMITES E TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS VERMELHO P

Elementos	Vermelho Fêmea (P)			Vermelho Macho (P)			*Tolerância
	Min.	Máx.	Nominal	Min.	Máx.	Nominal	
A	1,35	1,45	1,4	1,05	1,15	1,1	0,05
B1	3,85	3,95	3,9	3,55	3,65	3,6	0,05
E1	0,75	0,85	0,8	0,45	0,55	0,5	0,05
C	2,45	2,55	2,5	2,60	2,70	2,65	0,05
D	8,90	9,10	9,0	9,05	9,25	9,15	0,1
B2	3,85	3,95	3,9	3,55	3,65	3,6	0,05
E2	0,75	0,85	0,8	0,45	0,55	0,5	0,05
E	0,75	0,85	0,8	0,45	0,55	0,5	0,05
E'	0,75	0,85	0,8	0,45	0,55	0,5	0,05
E''	0,75	0,85	0,8	0,45	0,55	0,5	0,05

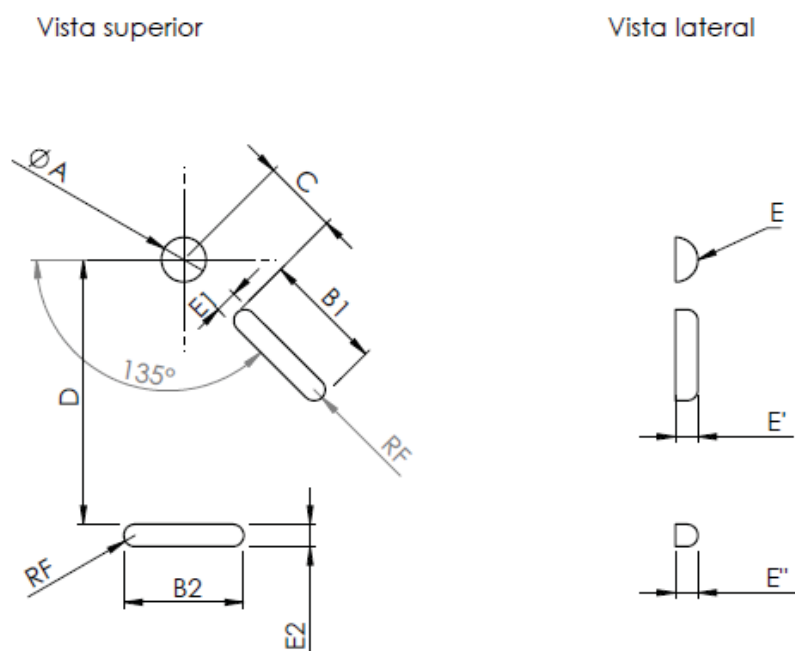
FONTE: A autora (2019).

Legenda: * Tolerâncias mínima e máxima segundo a NBR 2768-1(2002)

Os elementos E e E' referentes à profundidade da cavidade dos elementos na matriz fêmea, não estão dentro da zona de conformidade, com dimensões abaixo do especificado. São valores referentes à altura do relevo dos elementos.

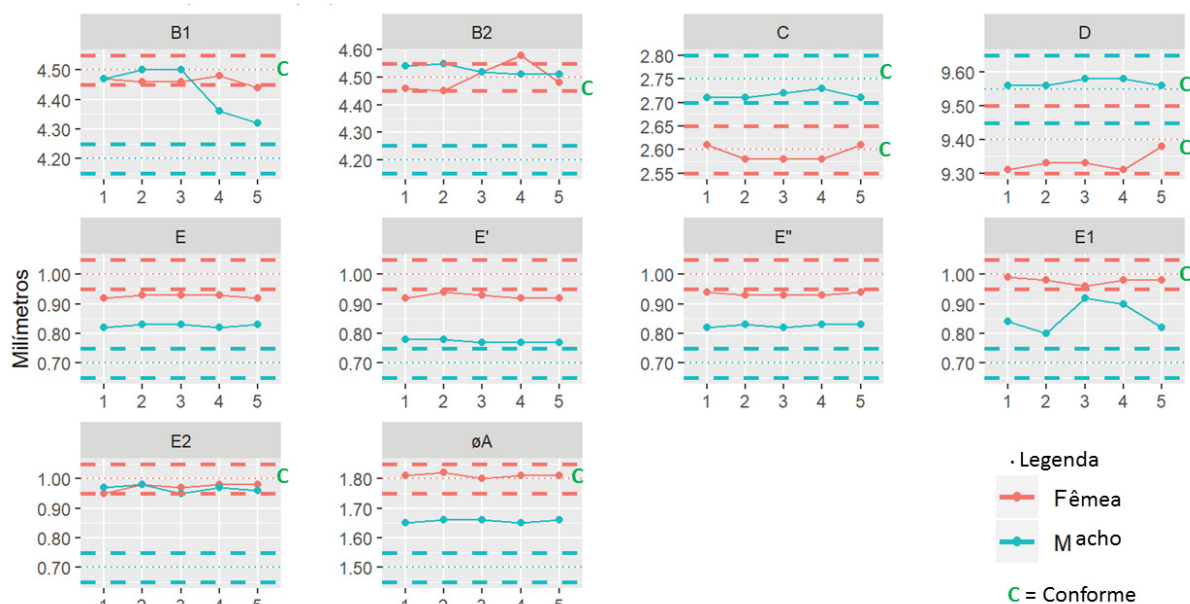
Os elementos do see color amarelo no tamanho M das matrizes macho e fêmea, estão indicados na FIGURA 67 e os resultados das aferições das matrizes estão demonstrados no GRÁFICO 4.

FIGURA 67 - ELEMENTOS SEE COLOR AMARELO - M



FONTE:A autora (2019).

GRÁFICO 4 - MATRIZ MACHO E FÊMEA AMARELO M



FONTE: A autora (2019).

Os gráficos das matrizes do see color amarelo M, indicam que as medidas dos elementos E, E', E'', referentes as cavidades, estão fora da zona de conformidade estabelecida, ou seja, a profundidade da cavidade está abaixo do especificado, conforme dados da TABELA 2.

TABELA 2 - LIMITES E TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS AMARELO M

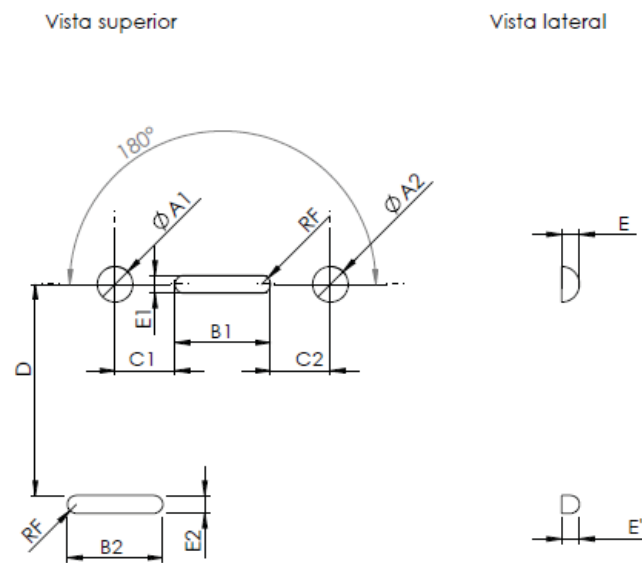
Elementos	Amarelo Fêmea (M)			Amarelo Macho (M)			*Tolerância
	Min.	Máx.	Nominal	Min.	Máx.	Nominal	
A	1,75	1,85	1,8	1,45	1,55	1,5	0,05
B1	4,45	4,55	4,5	4,15	4,25	4,2	0,05
E1	0,95	1,05	1,0	0,65	0,75	0,7	0,05
C	2,55	2,65	2,6	2,70	2,80	2,75	0,05
D	9,30	9,50	9,4	9,45	9,65	9,55	0,1
B2	4,45	4,55	4,5	4,15	4,25	4,2	0,05
E2	0,95	1,05	1,0	0,65	0,75	0,7	0,05
E	0,95	1,05	1,0	0,65	0,75	0,7	0,05
E'	0,95	1,05	1,0	0,65	0,75	0,7	0,05
E''	0,95	1,05	1,0	0,65	0,75	0,7	0,05

FONTE: A autora (2019).

Legenda: * Tolerâncias mínima e máxima segundo a NBR 2768-1(2002)

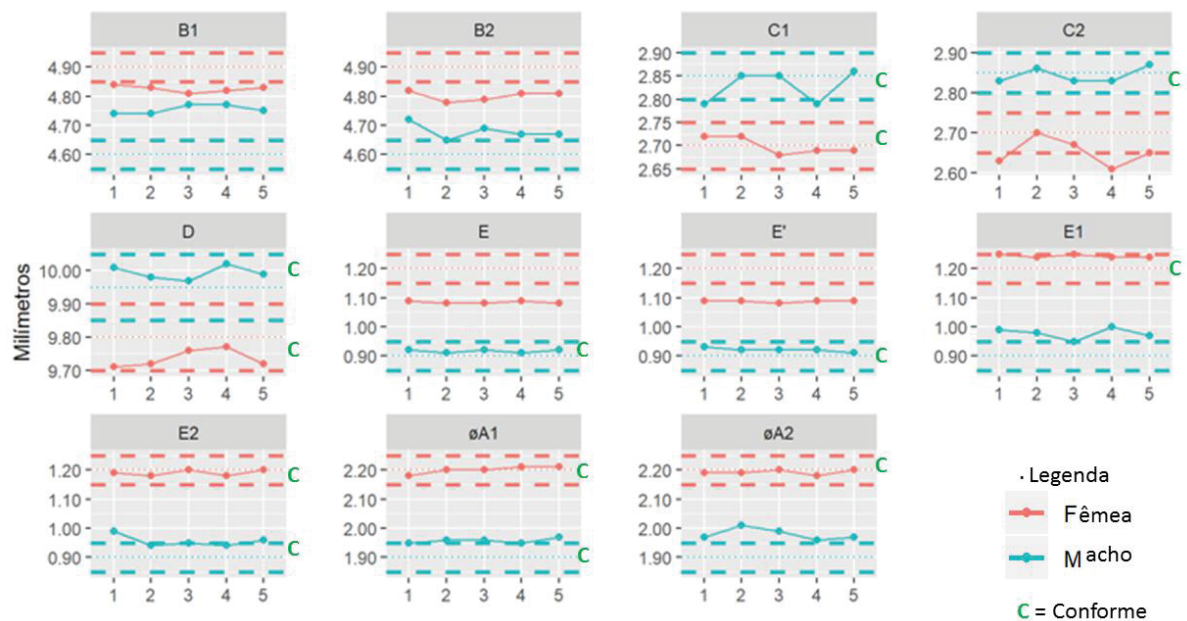
Os resultados mostrados no GRÁFICO 7, são referentes aos resultados das aferições nas matrizes macho e fêmea na cor branco, tamanho G. Seus elementos estão indicados na FIGURA 68. As indicações de limites e tolerâncias dimensionais do respectivo código está descrita na TABELA 3,

FIGURA 68 - ELEMENTOS SEE COLOR BRANCO - G



FONTE: A autora (2019).

GRÁFICO 5 - MATRIZ MACHO E FÊMEA BRANCO - G



FONTE: A autora (2019).

TABELA 3 - LIMITES E TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS BRANCO G

Elementos	Branco Fêmea (G)			Branco Macho (G)			*Tolerância
	Min.	Máx.	Nominal	Min.	Máx.	Nominal	
A1	2,15	2,25	2,2	1,85	1,95	1,9	0,05
A2	2,15	2,25	2,2	1,85	1,95	1,9	0,05
B1	4,85	4,95	4,9	4,55	4,65	4,6	0,05
E1	1,15	1,25	1,2	0,85	0,95	0,9	0,05
C1	2,60	2,80	2,7	2,75	2,95	2,85	0,1
C2	2,65	2,75	2,7	2,8	2,90	2,85	0,05
D	9,75	9,85	9,8	9,9	10,00	9,95	0,05
B2	4,85	4,95	4,9	4,55	4,65	4,6	0,05
E2	1,15	1,25	1,2	0,85	0,95	0,9	0,05
E	1,15	1,25	1,2	0,85	0,95	0,9	0,05
E'	1,15	1,25	1,2	0,85	0,95	0,9	0,05

FONTE: A autora (2019).

Legenda: * Tolerâncias mínima e máxima segundo a NBR 2768-1(2002)

Os resultados referentes a matriz macho na cor branco, tamanho G, são os mais críticos pois é a matriz com o maior número de elementos fora da zona de conformidade. A proporção das aferições nas matrizes, que atenderam aos limites especificados é mostrada na TABELA 4.

TABELA 4 - CONFORMIDADE AFERIÇÃO MATRIZES

Conformidade	Precisão	Desvio padrão
63.2%.	0.0070408	0.0214665

FONTE: A autora (2019).

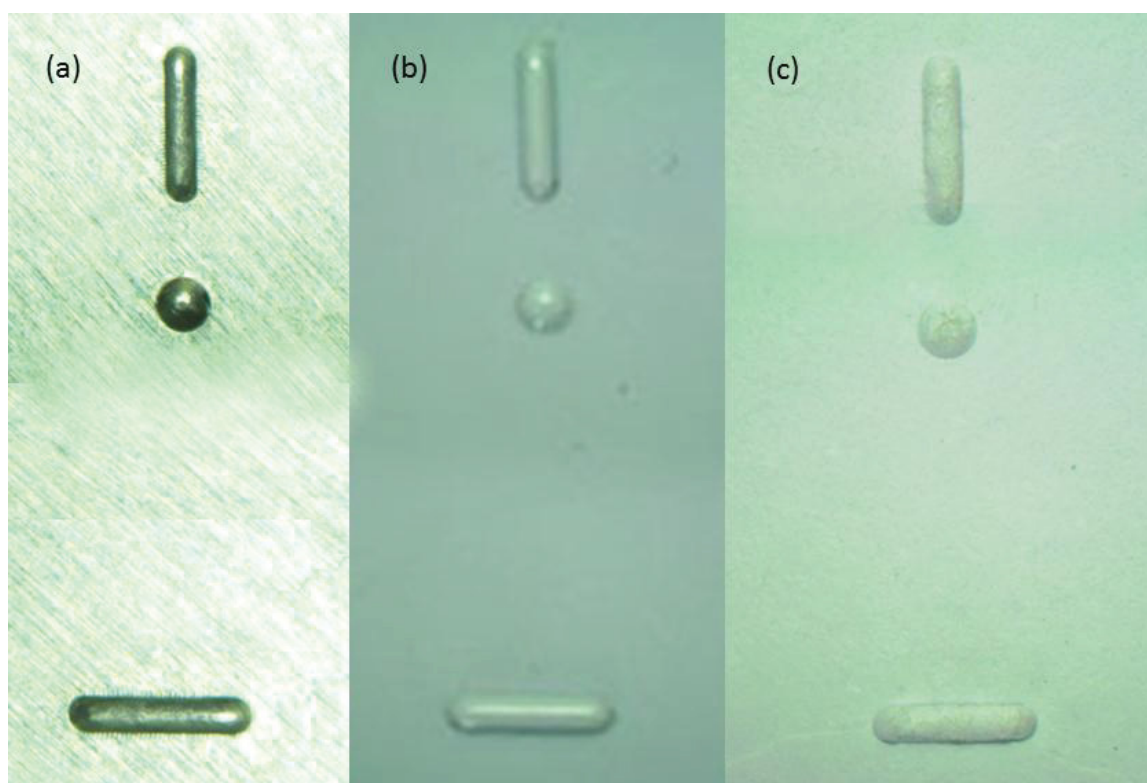
A tabela acima representa medida de qualidade das aferições. A conformidade é a proporção das medidas, que atenderam os valores dos limites estabelecidos. A precisão é a média das diferenças das aferições com relação aos valores nominais. O desvio padrão é referente a mesma diferença. O valor explicito na precisão significa que, em média, a diferença das medições com relação ao respectivo valor nominal é de 0,007mm aproximadamente.

Acredita-se que as medidas fora da zona de conformidade, podem ser em decorrência de três variáveis: A fabricação da matriz, com elementos fora dos limites de especificação; O sistema de aferição não ser apropriado; A forma de aferição das medidas pelos operadores. Portanto, considera-se que um índice de 63,2% de conformidade nas aferições das matrizes, é um índice aceitável, tendo em vista as condições e dificuldade para o processo de aferição, já expostas.

4.4 RESULTADO EMBOSsing DO SEE COLOR NAS AMOSTRAS

Os resultados do processo de embossing foram aceitáveis, pois, as características morfológicas dos elementos do see color, não sofreram nenhuma deformação durante o processo, como visto nos processos de aplicações do see color, por meio de manufatura aditiva, com diferentes materiais, como demonstrado na introdução deste estudo. Nas amostras de papel cartão, há uma textura maior que nos outros materiais. Os elementos do see color nas amostras de PVC e o metal não sofreram nenhuma deformação morfológica, conforme mostrados nas FIGURAS, 69, 70 e 71.

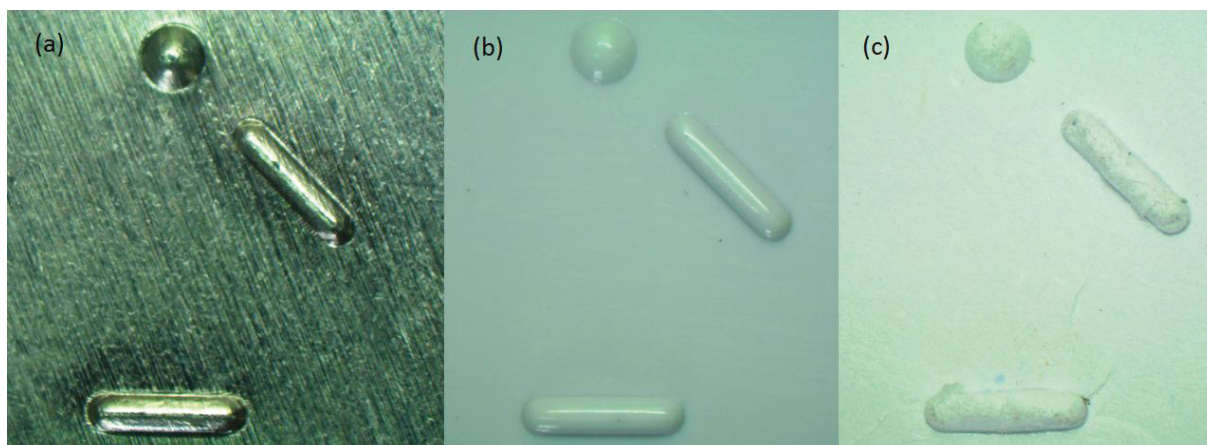
FIGURA 69 - EMBOSsing SEE COLOR VERMELHO P



FONTE: A Autora (2019).

Legenda: a) See Color Vermelho P – Metal
b) See Color Vermelho P – PVC
c) See Color Vermelho P – Papel

FIGURA 70 - EMBOSSING SEE COLOR AMARELO M



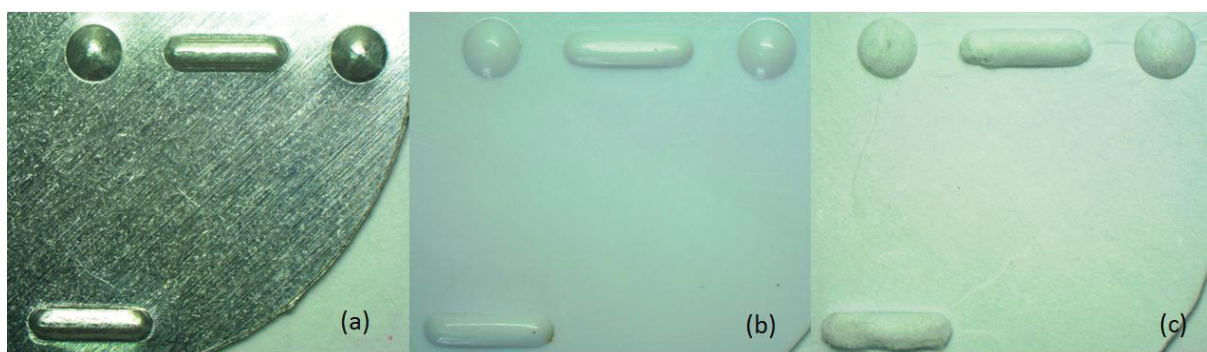
FONTE: A autora (2019).

Legenda: a) See color amarelo M – Metal

b) See color amarelo M – PVC

c) See color amarelo M – Papel

FIGURA 71 - EMBOSSING SEE COLOR BRANCO G



FONTE: A autora (2019).

Legenda: a) See color branco G – Metal

b) See color branco G – PVC

c) See color branco G – Papel

4.5 RESULTADO DA COMPRESSÃO DOS MATERIAIS DAS AMOSTRAS

Devido aos procedimentos manuais adotados no processo de embossing, o controle de compressão no momento da aplicação da força, apresentou variáveis oscilantes, conforme a pressão aplicada pelo operador. Os valores de Kgf para cada material foram organizados no QUADRO 12.

QUADRO 12 - COMPRESSÃO EM KGF NAS AMOSTRAS

Material	Valor em k _{gf} (limites mínimo e máximo)	Média k _{gf} compressão	Valor de corte em k _{gf} (rompimento)	Média k _{gf} rompimento	desvio padrão
ALUMÍNIO H14 / LIGA 1100 lâmina com espessura 0,30mm	20 A 25 KGF	22,5 KGF	35 A 50 KGF	42,5 KGF	14,1421356
POLÍMERO PVC EXPANDIDO lâmina com espessura de 0,30mm	40 A 45 KGF	42,5 KGF	55 A 70 KGF	62,5 KGF	14,1421356
COMPÓSITO: PAPEL CARTÃO Gramatura 250g/m ² lâmina com espessura de 0,30mm	30 A 35 KGF	32,5 KGF	45 A 60 KGF	52,5 KGF	14,1421356

FONTE: A autora (2019).

O desvio padrão de resistência à ruptura é constante baseado nos procedimentos manuais adotados para aferição e controle de compressão no momento da aplicação da força pelo operador. Os procedimentos para o embossing foram descritos no Procedimento Operacional Padrão (POP), constando a designação da tarefa a ser realizada, os recursos necessários, os passos críticos, a forma de manuseio do material, resultados esperados e ações corretivas, assim o procedimento realizado, pode ser replicado. O POP do processo de embossing se encontra no APÊNDICE 6.

4.6 RESULTADO RUGOSIDADE DOS MATERIAIS DAS AMOSTRAS

Foi analisado os parâmetros “Ra”. Os dados mostrados no visor de LCD, após varredura de um exemplar de cada material. Os resultados estão descritos no QUADRO 13.

QUADRO 13 – RUGOSIDADE MATERIAIS AMOSTRAS

Material	Rugosidade em ra (rugosidade aritmética)
ALUMÍNIO H14 / LIGA 1100 lâmina com espessura 0,30mm	0.60µM
POLÍMERO PVC EXPANDIDO lâmina com espessura de 0,30mm	0.30µM
COMPÓSITO: PAPEL CARTÃO Gramatura 250g/m ² - lâmina com espessura de 0,30mm	3.00µM

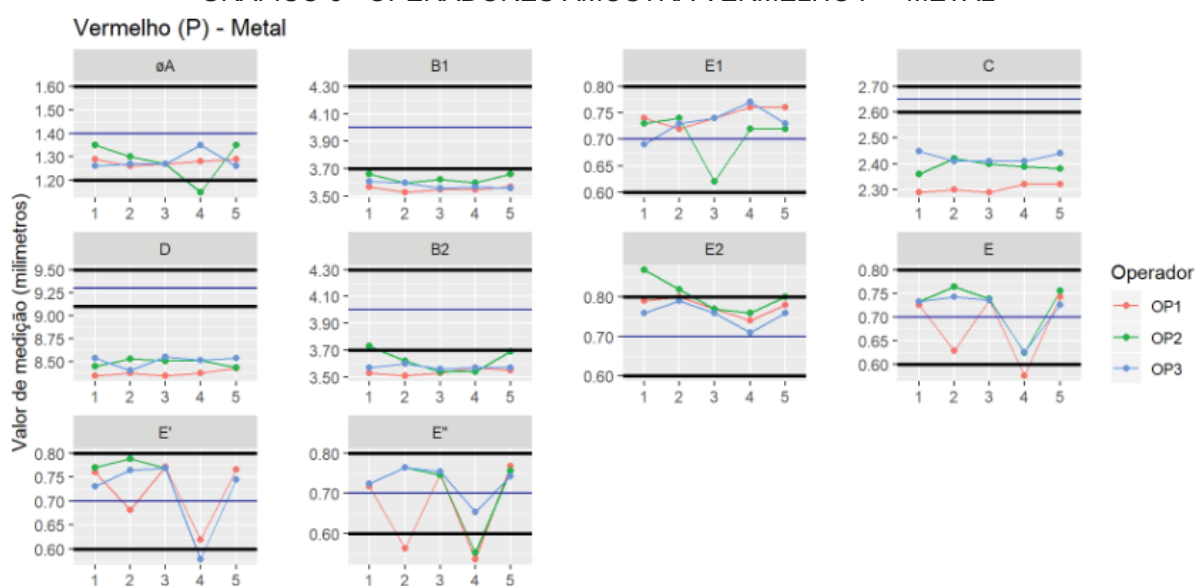
FONTE: A autora (2019).

Os parâmetros Ra de rugosidade, é um dos métodos mais utilizados para determinar o conforto para percepção tátil em materiais. O ser humano consegue detectar a rugosidade, em um centímetro quadrado, a partir de uma rugosidade de aproximadamente 50 μm (micrômetros), como discorrido anteriormente. Os resultados apontam que o PVC é o material com menor rugosidade, ou seja, imperceptível, e o papel cartão com o maior nível de rugosidade.

4.7 RESULTADO AFERIÇÃO DIMENSIONAL SEE COLOR NAS AMOSTRAS

As medições ocorreram nos dias 02, 03 e 04 de abril de 2019 e foram realizadas no Laboratório Aplicado de Tecnologia da Soldagem (LATES) do Departamento de Engenharia mecânica (DEMEC). Foram aferidos, o ponto, a linha, as áreas entre os elementos e altura do relevo com o objetivo de identificar se as amostras selecionadas por amostragem não probabilística, estavam dentro dos limites de especificação da norma. Os resultados destas aferições estão indicados nos gráficos na sequência. O GRÁFICO 9, das amostras do see color vermelho P, em metal, medidas pelos 3 operadores, indicam que apenas as medidas dos elementos A, E1, E2, E, E' e E'', estão na zona de conformidade, ou seja, dentro das especificações estabelecidas. Os valores dos elementos E, referentes à altura do relevo, tem a maior variação de valores, aferidos pelos operadores.

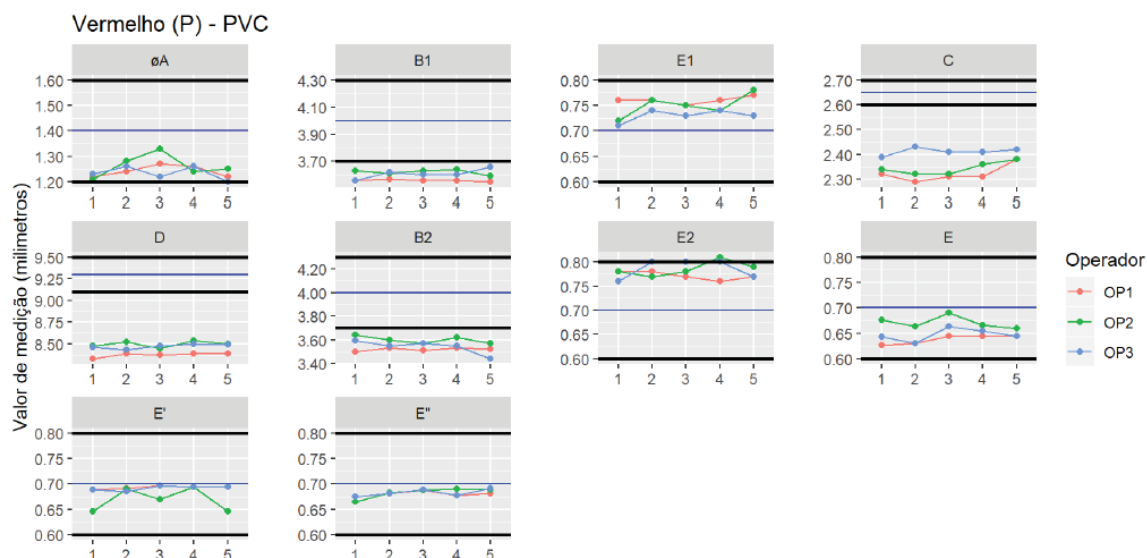
GRÁFICO 6 - OPERADORES AMOSTRA VERMELHO P – METAL



FONTE: A autora (2019).

O GRÁFICO 10, das amostras do see color vermelho P, em PVC, indicam que todas as alturas dos relevos neste material, representados pelos elementos E, E' e E'', tiveram uma estabilidade na aferição e estão dentro da zona de conformidade. Os elementos C, D, ficaram abaixo do limite inferior de especificação. Os elementos B1 e B2 também ficaram abaixo, mas, mais próximos do limite mínimo.

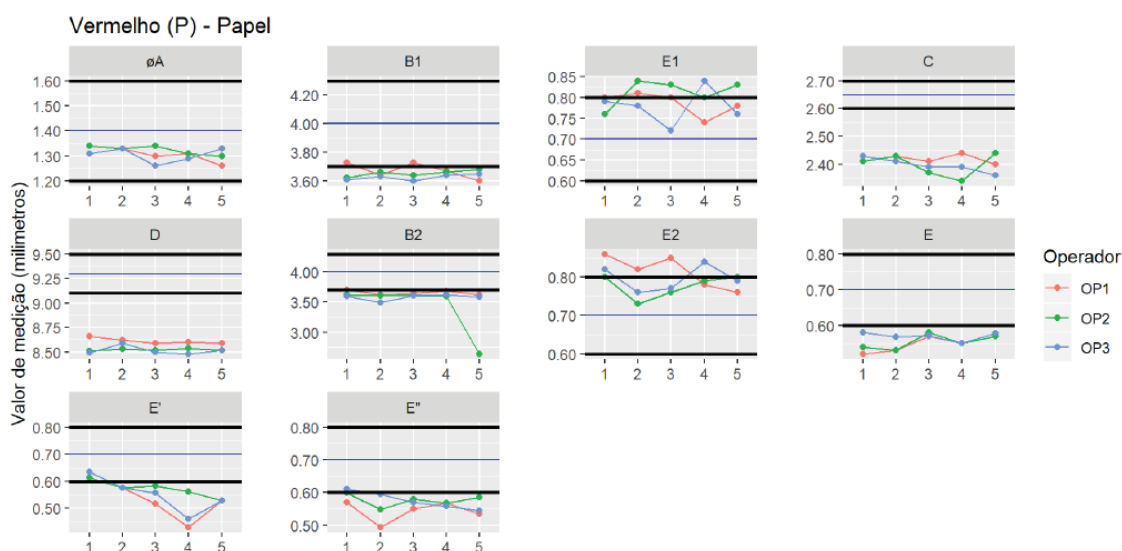
GRÁFICO 7 - OPERADORES AMOSTRA VERMELHO P - PVC



FONTE: A AUTORA (2019).

O GRÁFICO 11, das amostras vermelho P, em papel cartão, aponta o maior índice de não conformidade. Apenas o elemento A, referente ao diâmetro do ponto, ficaram dentro da zona de conformidade.

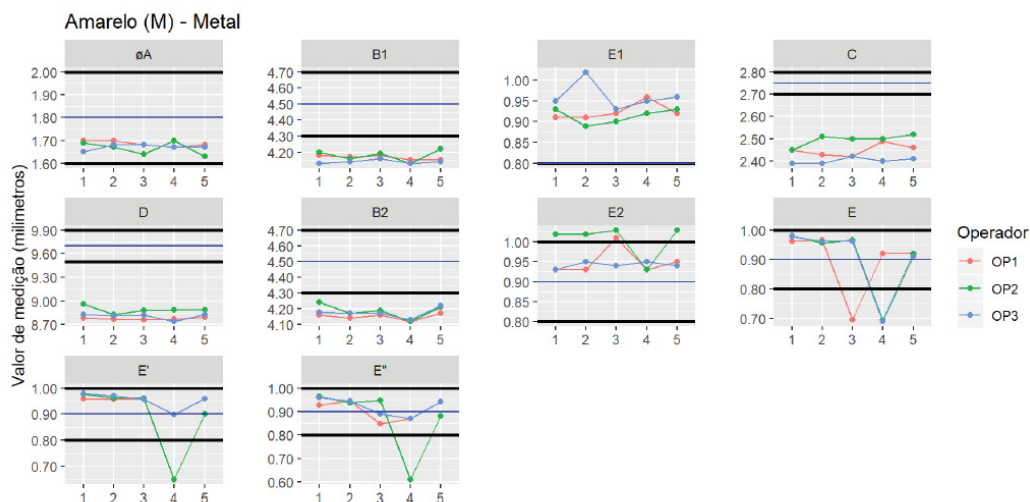
GRÁFICO 8 - OPERADORES AMOSTRA VERMELHO P – PAPEL CARTÃO



FONTE: A AUTORA (2019).

O GRÁFICO 12, das amostras, amarelo M, em metal, indica os elementos B1, C, D. e B2, abaixo dos limites inferiores. Os elementos E, E', E'', referentes às alturas de relevo, ficaram dentro da zona de conformidade.

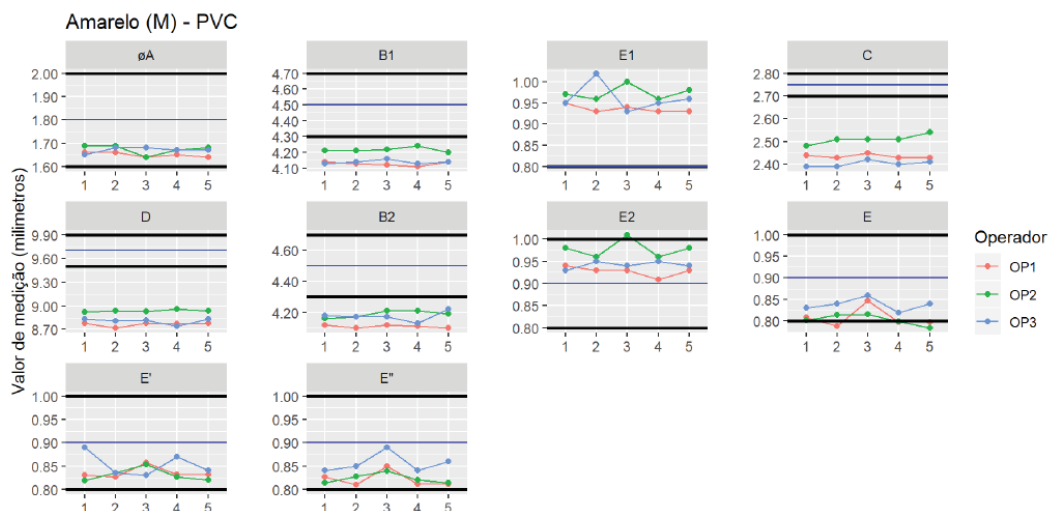
GRÁFICO 9 - OPERADORES AMOSTRA AMARELO M – METAL



FONTE: A autora (2019).

O GRÁFICO 13, das amostras amarelo M, em PVC, aponta que as altura dos relevos dos elementos, indicadas pelas letras E, E', e E'', se mantiveram dentro da zona de conformidade, com similaridade de aferições pelos três operadores.

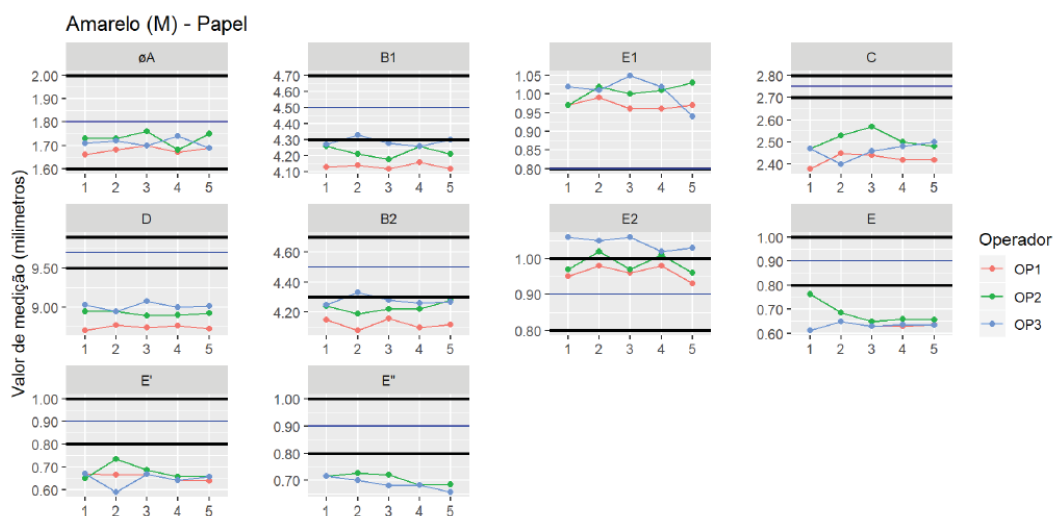
GRÁFICO 10 - OPERADORES AMOSTRA AMARELO M – PVC



FONTE: A autora (2019).

O GRÁFICO 14, das amostras medidas amarelo M, em papel cartão, aponta novamente o maior índice de não conformidade, apenas o elemento A, referente ao ponto, ficou dentro do limite de conformidade.

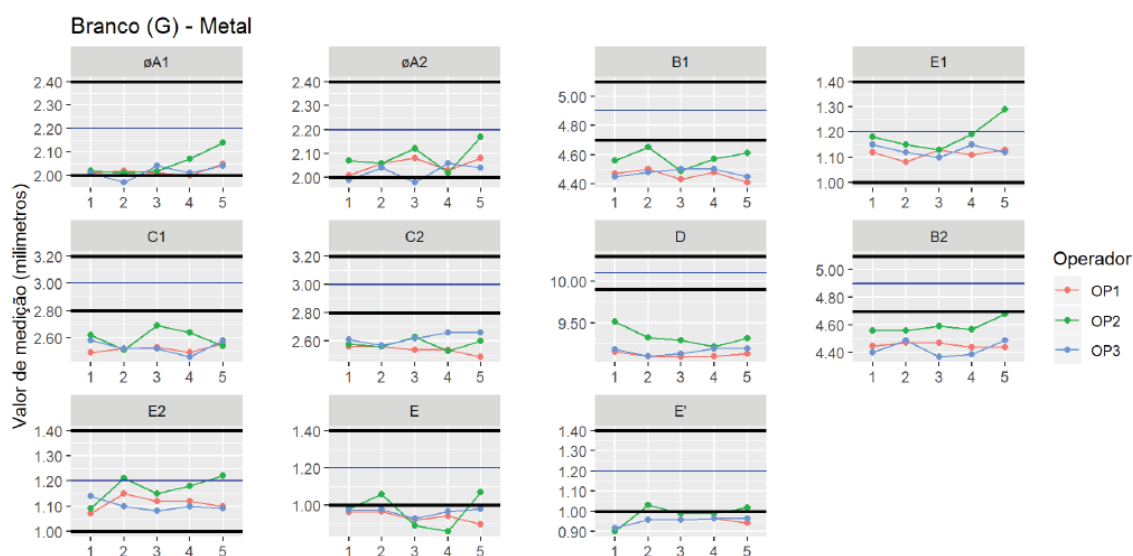
GRÁFICO 11 - OPERADORES AMOSTRA AMARELO M – PAPEL CARTÃO



FONTE: A autora (2019).

Para os gráficos das amostras do see color no tamanho G, foi necessário estabelecer um valor do limite superior de especificação, fora dos estabelecido pelo código, pois no see color, este tamanho tem comportamento diferente, tendo apenas o dimensional exato, sem um intervalo dimensional entre mínimo e máximo, como nos tamanho P e M, portanto, foi definido, o valor de 2,40 seguindo a lógica dos intervalos dimensionais dos códigos P e M, para viabilizar a geração do gráfico 15, 16 e 17..

GRÁFICO 12 - OPERADORES AMOSTRA BRANCO G – METAL

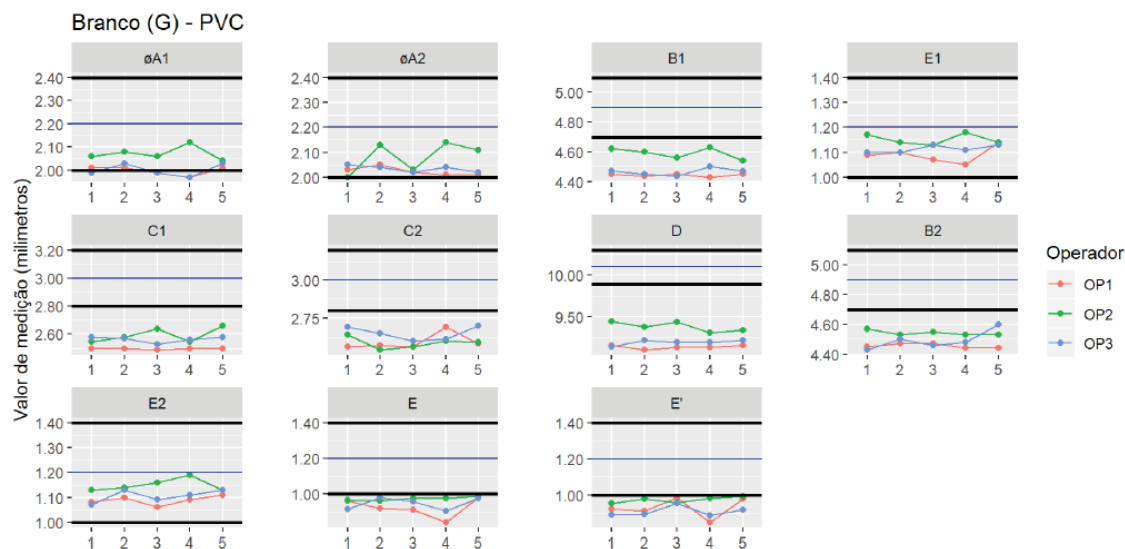


FONTE: A autora (2019).

O GRÁFICO 15, mostrado acima, referente as amostras do see color, branco G, em metal, aponta que apenas os elementos A1, A2 e E1, e E2, estão dentro da zona de conformidade, os demais estão abaixo da especificação mínima.

Nas amostras do see color, branco G, em PVC, apontam maior conformidade do que as amostras em metal. No entanto, os elementos de altura do relevo, E e E' estão com o relevo ficaram abaixo do limite mínimo de especificação como mostra o GRÁFICO 16.

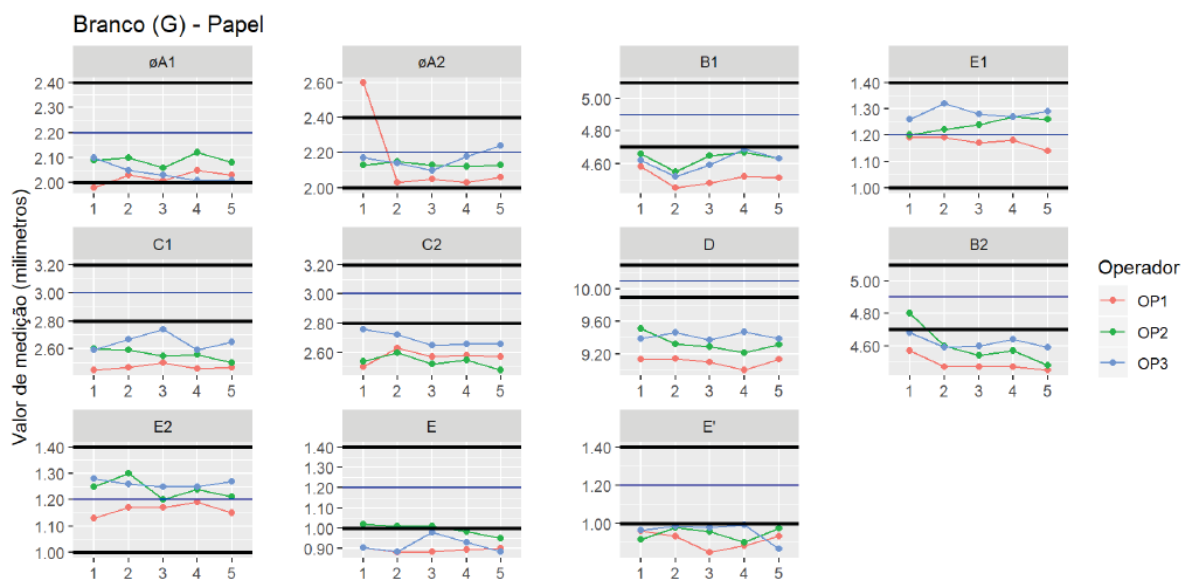
GRÁFICO 13 - OPERADORES AMOSTRA BRANCO G – PVC



FONTE: A autora (2019).

O GRÁFICO 17, das amostras branco G, em papel cartão, aponta não conformidade na altura do relevo, indicadas pelos elementos E e E', ficando abaixo do limite mínimo para relevo.

GRÁFICO 14 - OPERADORES AMOSTRA BRANCO G – PAPEL CARTÃO



FONTE: A autora (2019).

Ao realizar-se um teste de Tukey para comparação de médias para os operadores, percebe-se que há uma diferença de 5% entre os operadores 2 e 1 e uma diferença de 10% para os operadores 3 e 1. As diferenças mostram que o operador 1 teve o pior desempenho na obtenção dos valores, e o operador 2 foi o mais bem-sucedido. Esta avaliação ajuda a compreender as diferenças de valores, fornecidas pelos operadores, e o quanto esta variação, tem impacto nos resultados obtidos.

Na TABELA 5, é demonstrado os resultados dos dados obtidos referentes aos Elementos e Operadores, que foram tratados estatisticamente, por meio de análise de variância, ANOVA.

TABELA 5 - ANOVA AFERIÇÃO AMOSTRAS

	GL	SQD	QM	F	P-VALOR
Elementos	13	7949,31	611,49	11077,08	0
Operadores	2	0,557	0,2785	5,045	0,0066
Resíduos	1379	76,125	0,0552		

FONTE: A autora (2019).

Legenda:

GL = Grau de liberdade

SQD = Soma de quadrados

QM = Quadrado médio

F = Valor calculado da estatística F de Snedcor

p-valor = Nível de significância de 5%

Os resultados indicam que ambos os P-Valores, são menores que a significância de 5%. Isso indica que não há homogeneidade nas medições.

TABELA 6 - CONFORMIDADE AMOSTRAS

Elementos	Conformidade	Precisão	Desvio Padrão
B1	2%	0,236667	0,05773503
B2	2%	0,180000	0,08544004
E	41%	0,026250	0,06991768
E'	46%	0,007339	0,06276627
E''	63%	0,011053	0,04879382
E1	61%	0,000610	0,06560916
E2	79%	0,014112	0,06772521
øA	98%	0,116705	0,03486333
øA1	82%	0,154865	0,03678931
øA2	91%	0,121951	0,05714978

FONTE: A autora (2019).

A tabela acima representa as medidas de qualidade das aferições realizadas pelos operadores, dividido pelos elementos. A tabela também mostra a conformidade relacionada a cada elementos com o percentual das aferições, que atenderam os

valores estabelecidos. A precisão é a média das diferenças das aferições por elemento com relação aos valores nominais. O desvio padrão é referente a mesma diferença.

O valor mostrado na precisão significa que, em média, a diferença total das medições dos elementos, com relação ao respectivo valor nominal é de 0,087mm aproximadamente. Este valor corresponde à média de todos os valores da precisão.

Na aferição e análise dimensional dos elementos do see color, aplicados nas amostras, pode-se afirmar que a não conformidade pode ser em decorrência da fabricação da matriz, com elementos fora dos limites de especificação; Da força de compressão no momento do embossing e da atuação dos operadores no processo de aferição dimensional. Portanto, é válido considerar que o processo de embossing foi satisfatório nestas amostras com estes materiais.

Os resultados das aferições das amostras, com valores fora das especificações, podem ser causados por 4 variáveis: 1. Matrizes com os elementos fora das especificações; 2. Compressão abaixo da especificação em Kgf para cada material no momento do embossing; 3. Sistema de aferição inadequado; 4. Desempenho dos operadores nas aferições. Para alcançar maior índice de confiabilidade na aferição dimensional, é necessário, adquirir instrumentos específicos, tanto para matrizes, como para amostras.

Conclui-se, portanto, a fase 4, cumprindo o último objetivo específico deste trabalho, que foi a aferição e avaliação dimensional dos elementos do see color, aplicados nas amostras, nos aspectos de sua geometria, tendo como parâmetro dimensional, a norma NBR 9050 (2015) que determinou os limites mínimos e máximos para a zona de conformidade.

Portanto, com a fase 4 concluída, foi encerrando o ciclo KTA, com apresentação dos resultados, em consonâncias com os objetivos gerais e específicos, executados conforme procedimentos descritos nos procedimentos, na fase anterior.

5 CONCLUSÕES

Buscou-se neste estudo, preencher uma lacuna, identificada nos estudos de Marchi (2019), quanto a viabilidade do processo de embossing, para aplicação do código tátil cores, see color, e que mantivesse suas características morfológicas e dimensionais.

Atualmente, há um apelo para a criação e uso de TA, em formato digital, mas estas, nem sempre, atendem ao usuário ou funcionam de forma apropriada, seja pelo custo de softwares, smartphones, atualizações constantes nos aplicativos, complexidades do uso ou em caso de falha, nem sempre há um suporte imediato, o que evidencia a necessidade de soluções táteis diretas, simples, e que proporcionem rápida assimilação da informação pelo usuário.

O see color, é uma solução tátil, para identificação de cores, que pode atender a esta lacuna, pois sua leitura, não precisa de dispositivos eletrônicos para sua assimilação, entre a informação e o usuário. Portanto, trata-se de uma tecnologia assistiva que, ao ser aplicada em uma variedade de produtos industriais, disponíveis no mercado, poderá proporcionar maior inclusão da PcDV em todos os contextos que se faça uso da cor.

Para compreender o processo de aplicação de símbolos táteis por processo de embossing, foi verificado o referencial teórico e realizado um estudo exploratório que permitiu observações acerca das embalagens de produtos alimentícios, produzidas em papel cartão e a aplicação do braille pelo processo de embossing.

Foi possível entender a importância do relevo nos símbolos táteis, como o braille, para a leitura e interpretação das informações. A relevância das embalagens para as PdCV, as embalagens são utilizadas no dia a dia, servindo para identificar e distinguir os produtos guardados em seus armários, por meio da leitura tátil das informações, até a finalização do produto.

Um dos aspectos importantes observado nas embalagens de papel cartão, foi que os produtos com maior peso, tiveram maior deformação da altura do relevo do braille, dificultando a interpretação das informações. Observou-se também, que os produtos com peso mais leve, não sofreram deformação na altura do relevo. Uma das suposições é que o processo de acondicionamento e transporte das embalagens pode ser a causa da deformação do relevo, no entanto, seria necessário um estudo específico, para corroborar esta observação.

Conforme apresentado na introdução deste estudo, Vieira, Okimoto, Marchi, Paredes e Marques (2017) aplicaram o see color em PLA, ABS e Resina RGD720 por meio de manufatura aditiva, e seus resultados apresentaram irregularidade dimensional, na textura e deformação morfológica dos elementos do see color. Marchi (2019), também desenvolveu protótipos iniciais do see color por manufatura aditiva em PLA e Resina RGD 720, além de impressão em papel micro encapsulado por termo fusão. No entanto, foi identificado que estes processos tem difícil execução, controle dimensional e custos elevados, o que dificultaria sua aplicação em processos industriais, com diferentes materiais.

Propôs-se o processo de embossing para suprir esta lacuna. Os resultados mostraram que o processo de embossing, com o uso de matrizes do tipo macho e fêmea, mantiveram as características morfológicas do see color. Devido as micro dimensões do see color, há necessidade que a morfologia dos seus elementos seja mantida para que sua percepção tátil e decodificação da informação, seja interpretada por PdCVs.

O embossing é um processo de baixo custo, e a conformação por estiramento a frio, dos elementos do see color, não apresentaram deformação visual em nenhuma das amostras, durante o processo, o que ocorreu foi a ruptura do material, dependendo da força de compressão aplicada. Portanto, é viável sua reprodução em escala industrial quando se configura as compressões exatas em kgf, para cada tipo de material. Para alcançar maior índice de confiabilidade no processo de embossing é necessário, adquirir equipamentos e instrumentos automatizados, com estabilidade na compressão em kgf no momento de aplicação do embossing.

Nas amostras de papel cartão, não há uma deformação dos elementos, mas maior rugosidade do material, devido o tipo de fibra usada na produção do papel cartão e não se pode caracteriza-la como deformação. Portanto, não se trata de uma deformação em função do processo de embossing, mas sim, das características do material.

Em relação aos parâmetros Ra de rugosidade, analisados, os resultados mostraram que o PVC é o material com menor rugosidade, com $0.30\mu\text{m}$, abaixo do nível de percepção tátil de rugosidade da pele humana. O ser humano consegue detectar a rugosidade, em um centímetro quadrado, a partir de uma rugosidade de aproximadamente $50\mu\text{m}$ (micrômetros). Esta é uma evidencia que este material não influenciaria na leitura e assimilação do código.

A rugosidade do papel cartão foi de $3.00\mu\text{m}$. Este resultado mostra que a taxa de rugosidade é alta, corroborando com as imagens do see color, que sofreram pequenas alterações em sua morfologia. Salienta-se também que o papel cartão não tem muita durabilidade. O metal apresentou uma rugosidade de $60\mu\text{m}$, o que já torna perceptível a rugosidade do material.

Portanto, acredita-se ser o material mais adequado para a aplicação do see color, é o PVC, pois os resultados apontam que é o material com menor rugosidade. e com menor custo e benefício para aplicação do see color, por ser resistente a deformação dos elementos do código. É um material apropriado para a confecção de embalagens, displays, sinalização dentre outros. Além da rugosidade ser imperceptível ao contato tátil, o material tem um valor baixo. Uma chapa de $1.00\text{m} \times 0.60$ com 0.30mm de espessura, foi adquirida pelo valor de R\$16,00 (dezesesseis reais).

O metal é seria uma segunda opção para aplicação do see color. Uma chapa de metal, de alumínio liga 1100- H14, medindo $1.00\text{m} \times 2.00\text{m}$ foi orçada em R\$ 98,00 (noventa e oito reais). O material menos indicado, para aplicação do see color é o papel cartão com o maior nível de rugosidade e menor durabilidade, dentro do contexto deste estudo, pois há uma variedade de papel cartão que precisam ser avaliados e especificados de acordo com o tipo de produto e uso.

Para a confecção das matrizes, para que o processo de embossing fosse possível, foram estabelecidas diretrizes de projetos e padrões dimensionais de tolerância para sua fabricação.

O uso de protótipos para o desenvolvimento de um produto, apresentou-se como essencial para a avaliação de variáveis que só são percebidas com o uso do artefato. Com os resultados obtidos neste estudo, com ajustes dos elementos não conforme nas matrizes, identificados na análise descritiva dos gráficos. Foi possível desenvolver as matrizes definitivas e adequando o processo manual, para um processo industrial.

Um jogo de matriz macro e fêmea, fabricadas com material Toolox 44, tiveram seus custos no valor de R\$ 600,00 (seiscentos reais). Espera-se que ao ser produzido em série, este valor possa ser reduzido em um terço. Outra opção para diminuir o custo é desenvolver o corpo da matriz em material de menor valor e apenas o miolo para o embossing, com os elementos do see color, fabricados em aço ferramenta Toolox 44.

Um resultado importante deste estudo, foi o projeto das matrizes, ter sido aceito pela Agencia de Inovação da UFPR, para entrada de pedido de patente como modelo de utilização e inovação. O pedido foi protocolado junto ao INPI, em 25/03/2019, sob o número de processo BR1020190057890. A inovação é relativa ao uso de matrizes do tipo macho e fêmea para impressão em relevo, acoplado em um modelo de prensa manual existente no mercado, do tipo balancim, aonde as matrizes, são acopladas. A solução agregou valor a um artefato existente no mercado que pode ser utilizado para diversos fins, em uma gama maior de produtos, além do que é utilizado atualmente, permitir novas aplicações, com baixo custo. Além de possibilitar a disseminação do see color, e outros tipos de relevo, não se limitando só ao see color, podendo ser customizados para qualquer caractere.

O balancim manual, foi adaptado para ser utilizado nos experimentos para simulação de um sistema de compressão, que já é utilizado nas indústrias e por artesãos, microempreendedores, costureiras, sapateiros, comunicação visual, dentre outros, em larga escala. Os modelos industriais são automatizados e a compressão é graduada por ajustes automáticos, o que propicia maior produtividade em um sistema industrial. É um instrumento de baixo custo. Atualmente seu valor gira em torno de R\$ 108,00 (cento e oito reais).

Trata-se de um instrumento que podem ser usados em pequenos negócios para aplicação de relevo tátil em produtos. Espera-se que este processo de embossing, utilizando estes instrumentos, com valores acessíveis, possam ter seu uso difundido para microempreendedores e artesãos, que podem vir a aplicar o see color em embalagens dos seus produtos artesanais, bastando apenas comprarem as matrizes, caso venha a ser comercializada em larga escala. Espera-se que este recurso para aplicação de código de cores tátil, seja disponibilizado para o maior número de pessoas com deficiência visual, promovendo sua inclusão em todas as oportunidades de uso da cor.

Foi observado que no projeto original do see color, os elementos não tinham identificação para cada elemento sendo necessário renomea-los, para melhor identificação, tanto para o processo de fabricação, como no momento de aferição dimensional. Em relação ao controle de qualidade das aferições dimensionais nas matrizes, verificou-se que, o índice de conformidade nas matrizes alcançou 63,2%, de acordo com as análises estatísticas realizadas. Na aferição das amostras, o processo

de embossing, a frio, nas amostras dos materiais selecionados, teve índice de 56,5% de conformidade, calculado pela média de conformidade dos elementos.

Estes valores foram em decorrência das dificuldades de aferição dimensional, com diferentes instrumentos, ambientes e operadores, relatadas nos resultados. É possível deduzir que este percentual poderiam ser maior, utilizando instrumentos apropriados e aferições padronizadas, como por exemplo, a ISO/TS 16949, ISO 9001, ISO 10012 e ISO 14253-1, Guia *Measurement System Analysis* (MSA) e o *Automotive Industry Action Group* (AIAG).

A NBR 9050 (2015), que estabelece os dimensionais do braille, indica que a aferição dimensional de símbolos táteis como o braille, pode ser feita por paquímetro, o que a autora discorda. Este instrumento não é adequado, devido as características esféricas do see color, e sua micro dimensão, dificultando sua pega. No item 5.2.9.2 sobre Linguagem tátil, e subitem 5.2.9.2.1 do Contraste tátil para textos e símbolos táteis, estabelece os limites de relevo para símbolos táteis, entre 0,8 mm e 1,2 mm. Indica-se que os dimensionais do see color na cor branca, sejam alterados em seu relevo, que atualmente está com limite máximo de 1,0mm para 1,2mm, seguindo a lógica de variação dimensional da altura do relevo do braille.

Uma consideração em relação a seleção e especificação de materiais, é o uso de fichas técnicas dos materiais selecionados, para avaliação previa do material. Atualmente as indústrias, tem utilizado fichas técnicas dos materiais, que contém as informações necessárias para a tomada de decisão de seleção e compra de matéria prima para a fabricação de seus produtos, como forma de agilizar seus processos, gerando maior produtividade, em geral, os produtos de fornecedores certificados por normas internacionais são obrigados a fornecer fichas técnicas com as propriedades dos materiais, desta forma, elimina-se a necessidade de manter laboratórios de ensaios nas industrias, o que acarretaria mais custos para sua manutenção e mão de obra especializada para realização de ensaios específicos, de acordo com a especificação de material para cada produto, e que impactam no custo dos produtos.

Um dos pontos relevantes deste trabalho, é a conciliação entre a Engenharia Mecânica e o Design que ficou evidenciado na condução dos experimentos, na projeção das matrizes, na construção de requisitos de projetos. Esta interdisciplinaridade fica evidente em todo o percurso deste trabalho. Tanto o Design como a Engenharia trabalham com conceitos e ações como: Identificação do Problema; Fase de Pesquisa; Especificação de Requisitos; Geração do Conceito;

Fase de Projeto; Fase de Prototipação; Integração de soluções e Sistemas e por fim, em fase posterior, a Manutenção dos sistemas ou produtos desenvolvidos.

Outra questão relevante é registrar que esta interdisciplinaridade ultrapassou os limites da academia, pois mostra os diferentes atores do mercado, contribuindo para a realização deste estudo, haja vista as empresas que contribuíram, a Arotubi com seu laboratório de metrologia, a agência de inovação da UFPR validando a inovação das matrizes e dando suporte com o pedido de patente.

O envolvimento dos laboratórios de Microscopia Eletrônica da UFPR, das pessoas que participaram, tais como os operadores para as aferições. Mas um dos aspectos mais relevantes é a esta área de engenharia mecânica, se abrindo para acolher pesquisas desta natureza.

Concluindo este trabalho, foi construída uma linha do tempo (FIGURA 72) com as fases deste estudo, identificando os marcos do trabalho, para mostrar a dimensão do trabalho realizado.

FIGURA 72 - LINHA DO TEMPO DESENVOLVIMENTO TRABALHO



FONTE: A autora (2019).

Por sua complexidade, o estudo foi organizado em 4 etapas pelo modelo KTA, seguindo um percurso para atender os objetivos estabelecidos que foram:

a) Compreender o processo de aplicação de símbolos táteis por processo de embossing; este objetivo foi atingido, com a revisão teórica 1 e 2, descrita nos itens 2.1 a 2.2 e a pesquisa exploratória e visitas técnicas descritas nos itens 3.2;

b) Estabelecer diretrizes de projetos e padrões dimensionais; foi atingido, como descritos nos itens 3.3 a 3.3.3

c) Aplicar o código tátil see color, por embossing; descritos no item 4.4;

d) Aferir e avaliar o dimensional dos elementos do see color, aplicados nas amostras; descritos no item 3.4 a 3.4.3

Com base nos procedimentos, resultados e conclusões, e atingimento dos objetivos propostos para este estudo, considera-se, este trabalho concluído.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As recomendações para trabalhos futuros são:

- O mapeamento de instrumentos e recursos de software, para aferição dimensional de microelementos, para elaboração de um protocolo de aferição dimensional das matrizes e amostras do see color em diferentes materiais.
- Utilização de balancim pneumático para automatizar a aplicação do see color em diferentes materiais, com a kgf específico para cada material;
- Realização de embossing em diferentes tipos de materiais, classificando a compressão necessária para cada material;
- Realização de ensaios mecânicos no material das matrizes, o aço Toolox 44, para estimar tempo de desgaste, identificando a taxa de desgaste do material pela ação mecânica do processo de embossing e por corrosão.
- Desenvolvimento de novos modelos de matrizes com corpo fabricado por manufatura aditiva, por meio de impressora 3D, com uso de metal, apenas na área onde é inserida o see color, barateando seu custo;
- Adaptação do processo de embossing do see color, acopladas em facas de corte na produção de embalagens.
- Adaptação do processo de embossing do see color, acopladas em cilindros no mesmo formato utilizado para a aplicação de braille, durante o processo de produção de embalagem de papel cartão, antes da laminação final;
- Aplicação do see color em outros tipos de materiais em chapa plana como acetato, borracha, acrílico, dentre outros;

- Aplicação do see color em alumínio colorido com suas respectivas cores, averiguando o melhor momento de aplicação do código, se antes ou depois do processo de pintura;
- Modificação na identificação dos elementos do see color;
- Alteração do dimensional do relevo dos elementos do see color na cor branca.

REFERÊNCIAS

- ACTOS - **Ficha Técnica PVC (Semirrígido)** Disponível em: <http://www.actos.com.br/produtos/chapas/pvc/pvc-rigido-semirigido/> Acesso em: 26/04 2018.
- ALBERTAZZI, A.; SOUZA, A.R. **Fundamentos da Metrologia científica e industrial**. 2ª Ed. Barueri: Ed. Manole, 2018
- ALRASE METAIS. **Ficha Técnica - Alumínio H14 / Liga 11002014** Disponível em: <http://alrasemetais.com.br/fichaalumínio1100.asp> Acesso em: 16/05/2018.
- AMADEU, M. S. U. S *et al.* **Manual de normalização de documentos científicos de acordo com as normas da ABNT**. Curitiba: Ed. UFPR, 2017. 329p
- ANJOS, A. **Planejamento de Experimentos I** - Departamento de Estatística - UFPR. Curitiba, 2005. Apostila digitada. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~aanjos/CE213/apostila.pdf> Acesso em: 12/04/2018.
- ANUÁRIO ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. São Paulo: ABRE, 2018. Disponível em: <http://www.abre.org.br/wp-content/uploads/2018/03/Anuário-ABRE-2018-150-dpi.pdf> Acesso em: 10/07/2018.
- APURVA, A.; MISRA, A.; THAKUR, P. **Aiding the visually impaired: Developing an efficient braille printer** in: Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), 2017 International Conference. DOI: 10.1109/ICACCI.2017.8126160
- ASHBY, Michael; SHERCLIFF, Hugh; CEBON, David. **Materiais - Engenharia, Ciência, Processamento e Projeto** - Tradução da 2ª Edição – Rio de Janeiro: Elsevier, 2012
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM – ABRE. **Dados de mercado - agosto de 2017** Disponível em: <http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado/> Acesso em: 16/09/2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR ISO 9000**: Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR ISO 2768-1**: Tolerâncias para dimensões lineares e angulares sem indicação de tolerância individual. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR ISO/IEC 10012**: Sistemas de gestão de medição - Requisitos para os processos de medição e equipamento de medição. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR ISO 4287:2002**
Especificações geométricas do produto (GPS) - Rugosidade: Método do perfil -
Termos, definições e parâmetros da rugosidade. Rio de Janeiro, 2002.

ASKELAND, Donald R.; FULAY, Pradeep P.; BHATTACHARYA, D. K. Ciência e
engenharia dos materiais. Sao Paulo: Editora Cengage Learning, 2014.

Associação Brasileira de Embalagem – ABRE. **Dados de mercado - agosto de 2017** Disponível em: <http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado/> Acesso em: 10/09/2017.

BARBOSA, Maria.Lílian.A.; OKIMOTO, Maria Lúcia; ARABORI, Gisele Yumi Ribeiro;
SOARES, Isabel Gebauer; **Accessible Packaging: a study for inclusive models
for visual impairment people**. The 9th International Conference on Applied Human
Factors and Ergonomics-AHFE and the Affiliated Conferences. Orlando (EUA), 2018.

BARCZYK, R.; JASIŃSKA-CHOROMAŃSKA D. **Experimental studies of the
quality of embossed characters of the Braille alphabet**. Bulletin of the polish
academy of sciences technical sciences, Vol. 64, No. 3, 2016
DOI: 10.1515/bpasts-2016-0068

BARCZYK,Roman; BUCZYNSKI, Ludwik; JASINSKA-CHOROMANSKA, Danuta.
**The Influence of Print Technology on the Image Quality of Convex Braille
Printouts for the Blind**. IS&T's International Conference on Digital Production
Printing and Industrial Applications. 2005

BIXLER, Gregory D.; BHUSHAN, Bharat. **Rice and butterfly-wing effect inspired
self-cleaning and low drag micro nanopatterned surfaces in water, oil, and air
flow**. In: Nanoscale, 2014,6, 76-96 Disponível em: < [10.1039 / c3nr04755e](https://doi.org/10.1039/c3nr04755e)> Acesso
em:12/11/ 2018

BORGES, Renata Martins Horta. **Introdução à validação de métodos**. Inmetro.
Divisão de Credenciamento de Laboratórios – Dicla. Rio de Janeiro 2006. Apostila.
Disponível em:
<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/palestras/renata%20borges.pdf>
Acesso em: 14/11/2018.

BRAILLE.BR® Disponível em: <<https://www.wgproduto.com.br/braillebr>> Acesso
em:22/11/ 2018

BRASIL, **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da
Pessoa com Deficiência)**.2015 http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm Acesso em: 08/03/2018.

BRASIL, **Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência**. 2012
Disponível em:
http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/convencao_pessoascomdeficiencia.pdf Acesso em 22/03/2018.

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa**. Elaboração: Cerqueira, Jonir Bechara... [et al.]. Brasília: SEESP, 2006. 106p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/grafiaport.pdf> Acesso em 22/03/2018.

BRASIL, Decreto nº 7.612, de 17 de novembro de 2011. **Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Plano Viver sem Limite**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7612.htm Acesso em: 10/09/2017

BRASIL, **Normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência** Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2004/decreto-5296-2-dezembro-2004-534980-publicacaooriginal-21548-pe.html> Acesso em 22/03/2018 Acesso em 22/03/2018.

BRASIL. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Documentos Temáticos: **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Brasil**, Brasília. 2017. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/ods/documentos-tematicos--ods-1--2--3--5--9--14.html> Acesso em: 05/09/2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº1.083 de 18 de dezembro de 2018. NR-12 Segurança de Máquinas e Equipamentos. Disponível em: http://www.ogmoitajai.com.br/portal/legislacao/normas_regulamentadoras/NR12.pdf Acesso em 20/04/2018

BRITISH PLASTICS FEDERATION – BPF. **A History of Plastics** Disponível em: http://www.bpf.co.uk/plastipedia/plastics_history/default.aspx Acesso em 22/03/2018.

BURSZTYN, Daniela Costa; DELGADO, Pedro Gabriel. **Conhecimento Compartilhado e Estratégias Colaborativas de Pesquisa na Atenção Psicossocial**. ECOS. Estudos Contemporâneos da Subjetividade. Vol.7 Número 1 2016

CAVALCANTI, Washington Moreira; SOARES, Christianne Lacerda. **Micro e nano manufatura: uma revisão de literatura**. In: 10º Simposio de Excelencia em Gestão e Tecnologia. - Gestão e Tecnologia para a competitividade. 2013. Rezende. Rio de Janeiro.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - Relatório Final. Mapeamento de Competências em Tecnologia Assistiva. Brasília: 2012 Disponível em: <http://bit.ly/relatorioTA> Acesso em: 10 de abril de 2018

CHAVES, Felipe Pires; CARDOSO, Gustavo de Oliveira; REIS, Elton Aparecido Prado. **Características do policloreto de vinila (pvc) e suas aplicações no setor da construção civil**. Encontro de Iniciação Científica- Etic 2015. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/download/5419/5150> Acesso em 22/03/2018

CHUN, Jinsung; LEE, Keun Young; KANG, Chong-Yun; et al. **Embossed Hollow Hemisphere-Based Piezoelectric Nanogenerator and Highly Responsive Pressure Sensor** Disponível em: [10.1002 / adfm.201302962](https://doi.org/10.1002/adfm.201302962) Acesso em:12/11/ 2018

CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel Capaldo; SILVA, Sergio Luís da. In: 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 2011, Porto Alegre -RS. Artigo: **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos**. Disponível em: <http://vision.ime.usp.br/~acmt/conforto.pdf> Acesso em: 25/10/ 2017.

DE CHIFFRE, L.; Carmignato, S.; Kruth, J. -P.; et al. **Industrial applications of computed tomography** Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2014.05.011>> Acesso em:12/11/ 2018

DENG, Zefang; CHEN, Feng; YANG, Qing; BIAN, Hao; DU, Guangqing , YONG, Jiale, SHAN, Chao, HOU, Xun. **Dragonfly-Eye-Inspired Artificial Compound Eyes with Sophisticated Imaging** in: Advanced Functional Materials Volume26, Issue12 March 22, 2016 Disponível em:< DOI: 10.1002/adfm.201504941 Acesso em:22/11/ 2018.

DIETER, G. E. Metalurgia Mecânica. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1996.

DI REZZE, Briano; SANTESSO, Nancy; LAW, Mary. **Exploring the Utility of a Novel Knowledge Translation Tool for School-Based Occupational Therapists**. In: The British Journal of Occupational Therapy. 76. 194-199. 2013. DOI. 10.4276/030802213X13651610908498.

DIAS, E. M.; ALMEIDA V. F. B. **O processo de aprendizagem de pessoas cegas: um novo olhar para as estratégias utilizadas na leitura e escrita**. Revista Educação Especial. v. 30, n. 57, p. 175-188, jan./abr. 2017 Disponível em: <http://www.ufsm.br/revistaeducacaoespecial> Aceso em: 12/02/2018.

EDITORA E SOLUÇÕES EM ACESSIBILIDADE - DNA - **Produção de materiais tátil para pessoas cegas** 2018 Disponível em: <https://www.fundacaodorina.org.br/nossa-atuacao/distribuicao-de-livros/como-ter-acesso-aos-livros/dna/> Acesso em 10/03/2018.

EDWIN, J.C. BoS. **Aspects of tactile probing on the micro scale Precision Engineering**. Volume 35, Issue 2, April 2011, Pages 228-240 <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2010.09.010>

EVERTON; Sarah K.; HIRSCHA, Matthias; STRAVROULAKIS, Petros; LEACH, Richard K.; CLARE, Adam T. **Review of in-situ process monitoring and in-situ metrology for metal additive manufacturing** In: Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2016.01.099>> Acesso em:10/12/ 2018.

FERRANTE, Maurizio. **Seleção de materiais**. 3. ed. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2013. 346 p.

FERREIRA, Guilherme Philippe Garcia **Orientações ao planejamento de objetos de aprendizagem com componente háptico para dispositivos móveis**. 2018 254fl. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Design, Setor de Artes, Comunicação e Design, Curitiba, 2018.

FIELD, Becky; BOOTH, Andrew; ILOTT, Irene; GERRISH, Kate. **Using the Knowledge to Action Framework in practice: A citation analysis and systematic review**. In: Implementation science : IS. 9. 2014. DOI: 172. 10.1186/s13012-014-0172-2.

FIGUEIREDO, Nélia Maria Almeida de (Org.). **Método e metodologia na pesquisa científica**. 3 ed. São Caetano do Sul, SP: Yendis Editora, 2009

FIGUEIREDO, Dalson et al.: **O que é, para que serve e como se faz uma meta-análise?**. Teoria e Pesquisa, 2014.. 205-228. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/276315478 O que e para que serve e como se faz uma meta-analise](https://www.researchgate.net/publication/276315478_O_que_e_para_que_serve_e_como_se_faz_uma_meta-analise) Acesso em: 25/10/2018

GRAHAM, Ian D.; LOGAN, Jo; HARRISON, Margaret B.; STRAUS, Sharon E.; TETROE, Jacqueline; CASWELL, Wenda; ROBINSON, Nicole; **Lost in Knowledge Translation: Time for a Map?** in: The Journal of Continuing Education in the Health Professions, Vol. 26 No. 1,, pp. 13–24. Winter 2006 DOI: 10.1002/chp.47

GUAL ORTÍ, Jaume; MÁÑEZ PITARCH, María Jesús; GARFELLA RUBIO, José Teodoro; MARTÍNEZ MOYA, Joaquín Ángel; PUYUELO CAZORLA, Marina. **Expresión Gráfica Tangible** in: XII Congreso Internacional. Expresión Gráfica aplicada a la Edificación Graphic Expression applied to Building International Conference - APEGA 2014

GUAL, J.; PUYUELO, M.; LLOVERAS, J. **Analysis of Volumetric Tactile Symbols Produced with 3D Printing**. In: ACHI 2012: The Fifth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, 2012.

INSTITUTO DE EMBALAGENS. **Embalagens papel cartão**. Barueri São Paulo, 2016.

INMETRO| CICMA| SEPIN. **Avaliação de dados de medição: Guia para a expressão de incerteza de medição**. GUM 2008. RJ: 2012 141 p. Disponível em http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/gum_final.pdf Acesso em: 25/10/2018

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT – IBC - Divisão de Pesquisa, Documentação e Informação - ano 20 **Edição especial novembro 2014** Disponível em: http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin_constant/2014/edicao_especial_nov_2014/BConst_edEsp2014_final.pdf Acesso em: 12/01/2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Índices Especiais de Produção Física**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/industria/9324-indices-especiais-de-embalagens.html?edicao=21020&t=o-que-e> Acesso em 16/10/2017

International Organization for Standardization Disponível em: <https://www.iso.org/standard/55869.html> Acesso em: 16/10/2017

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL - INPI , 2017 **Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional** do PCT BR 10 2017 018174 0. 24 agosto 2017 Disponível em: http://www.prppg.ufpr.br/pgmec/wp-content/uploads/2017/08/Protocolo_BR102017018174-0_870170062085-codigo-cores.pdf Acesso em: 20/05/2018.

KIBIRKŠTIS, E.; VENYTĖ I.; MAYIK V.; VAKULICH, D. **Investigation of geometrical and physical – mechanical parameters of Braille by assessing the different types of cardboard materials**. in MECHANIKA. 2011. 17 V.6 Online ISSN: 2029-6983

KONDRATOV, Alexander P.; VOLINSKY Alex A.; CHEN, Jia. **Macro-mechanism of polyvinyl chloride shrink sleeves embossed Marking**. Journal of applied polymer science. 2016 DOI: 10.1002/app.43691

KRUUSAMAE, Karl; MUKAI, Ken; SUGINO, Takushi; ASAKA, Kinji. **Electroactive Shape-Fixing of Bucky-Gel Actuators**. Mechatronics, IEEE/ASME Transactions on. 20. 2015 Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6948351>> Acesso em:12/11/ 2018

LADO B – MODA INCLUSIVA Disponível em: <http://ladobmodainclusiva.com.br/etiqueta_braile> Acesso em: 6/10/2017

LANE, Joseph P.; FLAGG, Jennifer L.; **Translating three states of knowledge–discovery, invention, and innovation**. In: Lane and Flagg Implementation Science 2010, 5:9 Disponível em: <http://www.implementationscience.com/content/5/1/9> Acesso em:10/12/ 2018.

LOPES; Mariana Braga; GALDAMEZ, Edwin Vladimir Cardoza. **Estruturação de um sistema de gestão da qualidade para uma empresa do setor metal mecânico** in: Revista Tecnológica, Maringá, edição especial SIMEPRO, 2013, p. 79-88. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/revtecnol.v1i24.24212.g13399> Acesso em:12/11/ 2018

MAIRE, E.; WITHERS, P. J. **Quantitative X-ray tomography** Disponível em: <https://doi.org/10.1179/1743280413Y.0000000023> Acesso em:12/11/ 2018

MANO, Eloisa Biasotto; MENDES, Luís Claudio. **Identificação de plásticos, borrachas e fibras**. São Paulo: Edgar Blucher, 2000

MARCHI, S. **Design universal de código de cores tátil: Contribuição de acessibilidade para pessoas Com deficiência visual**. Tese Doutorado. Curitiba, 2019. No Prelo.

MARIANO, Ari; ROCHA, Maíra. **Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora**. In: AEDEM International Conference Reggio di Calabria . Italy. 2017 Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/319547360 Revisao da Literatura Aprese-ntacao de uma Abordagem Integradora](https://www.researchgate.net/publication/319547360_Revisao_da_Literatura_Aprese-ntacao_de_uma_Abordagem_Integradora) Acesso em 11/10/2018.

MARIANO, Ari Melo, CRUZ, Rosario, GAITÁN, Jorge A. **Meta Análises Como Instrumento de Pesquisa: Uma Revisão Sistemática da Bibliografia Aplicada ao Estudo das Alianças Estratégicas Internacionais**. 2011. Disponível em <https://docs.wixstatic.com/ugd/344d4e_63c8f403712b44beacb0e45f3a5a07ec.pdf> Acesso em 11/10/2018.

MARIANO, Ari Melo; GONÇALEZ, Lucas Fonseca. **Mensuração de qualidade de serviços aéreos: um estudo integrador da literatura**. VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. vol. 7. 2017 Disponível em: https://docs.wixstatic.com/ugd/344d4e_5cd037ae220f41649eeab7819f08649.pdf. Acesso em: 20/10/2018

MARCONDES, Paulo Victor Prestes Projeto de Ferramentas para Conformação de Chapas . DEMEC/UFPR Curitiba, 2008 (apostila).

MARETTE, Alexis; POULIN, Alexandre; BESSE, Nadine; et al. **Flexible Zinc-Tin Oxide Thin Film Transistors Operating at 1 kV for Integrated Switching of Dielectric Elastomer Actuators Arrays** in: Advanced Materials Volume 29 , Edição 30 11 de agosto de 2017 Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/adma.201700880>> Acesso em:12/11/ 2018

MAZAK. Catálogo produto: **torno Mazak Quick Turn Smart 250**. Disponível em: <https://www.mazak.com.br/machines/product/turning/> Acesso em:22/11/ 2018

MERINO, G. S. S. D.; PICHLER, R. F.; MERINO, E. A. D. **Contribuições do Design na promoção da autonomia em um Hospital Psiquiátrico de Santa Catarina**. In: Anais de Congresso. 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design (P&D), Joinville, 2018.

METALGHA **Ficha Técnica Alumínio Liga 1100** disponível em: <http://metalthaga.com.br/wp-content/uploads/2017/12/5-Propriedades-Mecanicas-Ligas-de-Aluminio-Laminadas.pdf> Acesso em: 28/11/ 2017

NASCIMENTO, Ana Carolina Richter; CZIULIK, Carlos. **Guia de referência para o desenvolvimento de produtos para portadores de deficiência visual** In: Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.13, n. 1, p. 257-289, jan./mar. 2013.Disponível em: Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/viewFile/1134/992> acesso em 12/06/2019.

NOGUEIRA, Wilson Emanuel Mota. **Análise, Caracterização e Desenvolvimento de Ferramentas de Estampagem para a Indústria Automóvel**. 70p. Dissertação (Mestrado Eng. Mecânica) - Instituto Politécnico de Coimbra Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Coimbra, 2015.

OLIVEIRA, Tânia Modesto Veludo; **Amostragem não Probabilística: Adequação de Situações para uso e Limitações de amostras por Conveniência, Julgamento e Quotas.** in: Administração On Line Prática Pesquisa Ensino Vol.2 Núm.3 julho/agosto/setembro 2001. ISSN 15177912

OLIVEIRA, Tainá A. Bueno de; NICKEL, Elton Moura; CINELLI, Milton José, **Sistemas de cores táteis: estudo comparativo de suas vantagens e limitações para pessoas com deficiência**, 16º Ergodesign – Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano Tecnológica, Blucher Design Proceedings, Volume 3, 2017, Pages 1659-1670, ISSN 2318-6968. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/16ergodesign-0170> Acesso em:15/10/ 2018

PICHLER, Rosimeri Franck; MERINO, Giselle S. A. D. **Design e Tecnologia Assistiva: uma revisão sistemática de modelos de auxílio à prática projetual de dispositivos assistivos.** In: Estudos em Design | Revista (online). Rio de Janeiro: v. 25 | n. 2 [2017], p.25 – 49 | ISSN 1983-196X Disponível em: <https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/483/275> 12/08/ 2018 Acesso em:05/11/ 2018

POUPART, Jean, et al . **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos.** Petrópolis: Editora Vozes; 2008.

QUALINOX **Ficha Técnica Alumínio Liga 1100** disponível em: <http://www.qualinox.com.br/ficha-tecnica-aluminio.htm> Acesso em: 16/05/2018

RAMSAMY-IRANAH, SABRINA; GARDNER, ROSUNEE, M. M. J. KISTAMAH, Naraindra. **A comparison of three materials used for tactile symbols to communicate colour to children and young people with visual impairments** in British Journal of Visual Impairment 2016, Vol. 34(1) 54–71

RIBEIRO, G.Y.A.; BARBOSA, M.L.A.;OKIMOTO, M.L.L.R.; VIEIRA R.L. (2019) **Information for Tactile Reading: A Study of Tactile Ergonomics of Packaging for Blind People.** In: Bagnara S., Tartaglia R., Albolino S., Alexander T., Fujita Y.Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association. IEA 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 824.pp 1682-1688. Springer. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_172

ROTHER, Edna Terezinha. **Revisão Sistemática x Revisão Narrativa.** Acta paul. enferm. v. 20, n. 2, p. v-vi, junho de 2007. São Paulo: 2007 Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>> acesso em 06/03/2019.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, Maria Del Pilar Baptista: **Metodologia da Pesquisa.** 5ª Ed. Penso, Porto Alegre, 2013

SANTOS, Agnaldo dos; FERREIRA, Guilherme. P.G.; DUARTE, Luiz C. Experimento. In: ANTOS, Agnaldo dos (Org). **Seleção do método de pesquisa: Guia para pós-graduado em design e áreas afins.** Curitiba: EDITORA INSIGTH, 2018.

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. Assistiva: Tecnologia e Educação. 2014. Disponível em: < <http://www.assistiva.com.br/ca.html>>. Acesso em: 10 de maio de 2018.

STASCHOWER, Fabiane; MESTRINER, Fabio; ALMEIDA, Reinaldo; RODRIGUES, Joel Americano Mendes; ROSSI, Sérgio F. **Papel cartão de A a Z – Um mundo de possibilidades**. SP: Ibema 2015
Disponível em: <http://www.ibema.com.br/upload/arquivos/manual-papelcartao.pdf>
Acesso em: 12 de maio de 2018.

STEWART, B. **Estratégias de Design para Embalagens**. São Paulo: Blucher, 2010. Título original: Packaging Design Strategies.

STONE, Vathsala; LANE, Joseph; TOMITA, Machiko; R NOBREGA, Amanda; FLAGG, Jennifer; A LEAHY, James; LOCKETT, Michelle; ODDO, Christine; J USIAK, Douglas. **Effectively Communicating Knowledge to Assistive Technology Stakeholders: Three Randomized Controlled Case Studies**. In: Assistive Technology Outcomes and Benefits. 9. 2015.

SHACKELFORD, J. E. **Ciência dos materiais**. São Paulo: Prentice Hall, 2008

SCHAEFFER, Lirio. Conformação mecânica. 3. ed. Porto Alegre: Imprensa Livre, 2009. 167 p.

SCHAEFFER, Lirio. Conformação de chapas metálicas. Porto Alegre: Imprensa Livre, 2004. 193 p.

SSAB. Ficha técnica Aço Toolox 44 Disponível em: ¹
<https://www.ssab.com/products/brands/toolox/products/toolox-round-bars-44>
Acesso em: 10/10/ 2018.

SILVA NETO, João Cirilo.: **Metrologia e Controle Dimensional - Conceitos, normas e aplicações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012

TAKATSUJI, N.; SHIRAISHIB, K.; YANASEC, T.; **Effect of Two-layer Simple Die on Braille Embossability to Boxboard** in Procedia Engineering Volume 81, 2014, Pages 849-854 ISSN 1877-7058

TECE – **Tecnologia e Ciência educacional** Disponível em:
<<http://www.tece.com.br/produtos.php>> Acesso em: 10/11/ 2018

THALMANN, Rudolf; MELI, Felix; KÜNG, Alain. 2016. **State of the Art of Tactile Micro Coordinate Metrology** Appl. Sci. 6, no. 5: 150. <https://doi.org/10.3390/app6050150>

THUO, Martin M.; MARTINEZ, Ramses V.; LAN, Wen-Jie; et al. **Fabrication of Low-Cost Paper-Based Microfluidic Devices by Embossing or Cut-and-Stack Methods** Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/cm501596s>> Acesso em: 12/11/ 2018

TWEDE,D.;GODDARD R. **Materiais para embalagens** - vol. 3 São Paulo: Ed. Blucher, 2014

VALLE, Pablo Deivid. **Investigação teórico – experimental dos esforços de conformação mecânica na estampagem incremental assimétrica por ponto único em centros de usinagem / Pablo Deivid Valle.** – Curitiba, 2016. 269 f. Disponível em: http://www.prppg.ufpr.br/pgmec/wp-content/uploads/2016/05/Tese_044_Pablo-Deivid-Valle-1.pdf 20/09/2017.

VENYTĖ, Ingrida; KIBIRKŠTIS, Edmundas, MAYIK, Volodymir; DUDOK, Taras; VASYLKIV, Yuriy. **Investigation of Resistance to Mechanical Effect of Braille Formed on Different Materials** in: MATERIALS SCIENCE. Vol. 20, No. 2. 2014 <http://dx.doi.org/10.5755/j01.ms.20.2.3039>

VIEIRA, R. L.; OKIMOTO, Maria Lúcia; MARCHI, Sandra Regina, PAREDES; Ramón Sigifredo Cortés MARQUES; Alessandro. **Definition of parameters by process of additive manufacturing for tactile perception** in 24th ABCM International Congress of Mechanical Engineering, Curitiba, PR, Brazil

VOCABULARIO INTERNACIONAL DE METROLOGIA - VIM 2012 Conceitos fundamentais e gerais e termos associados. 1ª ED. IUSO - bRASILEIRA http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/vim_2012.pdf Acesso em 22/03/2018

WEB OF SCIENCE (WOS) Disponível em: <https://clarivate.com/products/web-of-science/> Acesso em:22/11/ 2018

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Vision impairment and blindness Disponível em: <http://apps.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/index.html> Acesso em: 28/11/ 2017

APÊNDICE 1 - TABELAS AFERIÇÕES E TOLERÂNCIAS MATRIZES

MEDIÇÕES MATRIZES							Medidas em mm				
Vermelho Fêmea (P)											
Elementos	1	2	3	4	5	Média	Min.	Média	Máx.	Nominal	NBR 2768
A	1,42	1,41	1,44	1,42	1,42	1,42	1,35	1,42	1,45	1,4	0,05
B1	3,88	3,88	3,88	3,89	3,89	3,88	3,85	3,88	3,95	3,9	0,05
E1	0,82	0,82	0,83	0,82	0,82	0,82	0,75	0,82	0,85	0,8	0,05
C	2,48	2,51	2,51	2,49	2,49	2,50	2,45	2,50	2,55	2,5	0,05
D	9,02	9,01	8,97	9,00	8,99	9,00	8,90	9,00	9,10	9,0	0,1
B2	3,87	3,88	3,91	3,89	3,88	3,89	3,85	3,89	3,95	3,9	0,05
E2	0,81	0,81	0,80	0,81	0,81	0,81	0,75	0,81	0,85	0,8	0,05
E	0,71	0,70	0,70	0,71	0,71	0,70	0,75	0,70	0,85	0,8	0,05
E'	0,77	0,77	0,77	0,76	0,69	0,75	0,75	0,75	0,85	0,8	0,05
E''	0,72	0,73	0,72	0,72	0,71	0,72	0,75	0,72	0,85	0,8	0,05

MEDIÇÕES MATRIZES						Medidas em mm					
Vermelho Macho (P)											
Elementos	1	2	3	4	5	Média	Min.	Média	Máx.	Nominal	NBR 2768
A	1,11	1,13	1,11	1,09	1,10	1,11	1,05	1,11	1,15	1,1	0,05
B1	3,65	3,64	3,64	3,64	3,63	3,64	3,55	3,64	3,65	3,6	0,05
E1	0,54	0,59	0,56	0,59	0,57	0,57	0,45	0,57	0,55	0,5	0,05
C	2,68	2,68	2,68	2,69	2,69	2,68	2,60	2,68	2,70	2,65	0,05
D	9,03	9,05	9,03	9,04	9,05	9,04	9,05	9,04	9,25	9,15	0,1
B2	3,69	3,66	3,68	3,69	3,67	3,68	3,55	3,68	3,65	3,6	0,05
E2	0,54	0,56	0,55	0,54	0,56	0,55	0,45	0,55	0,55	0,5	0,05
E	0,51	0,51	0,53	0,52	0,52	0,52	0,45	0,52	0,55	0,5	0,05
E'	0,48	0,47	0,50	0,46	0,46	0,47	0,45	0,47	0,55	0,5	0,05
E''	0,55	0,58	0,57	0,56	0,56	0,56	0,45	0,56	0,55	0,5	0,05

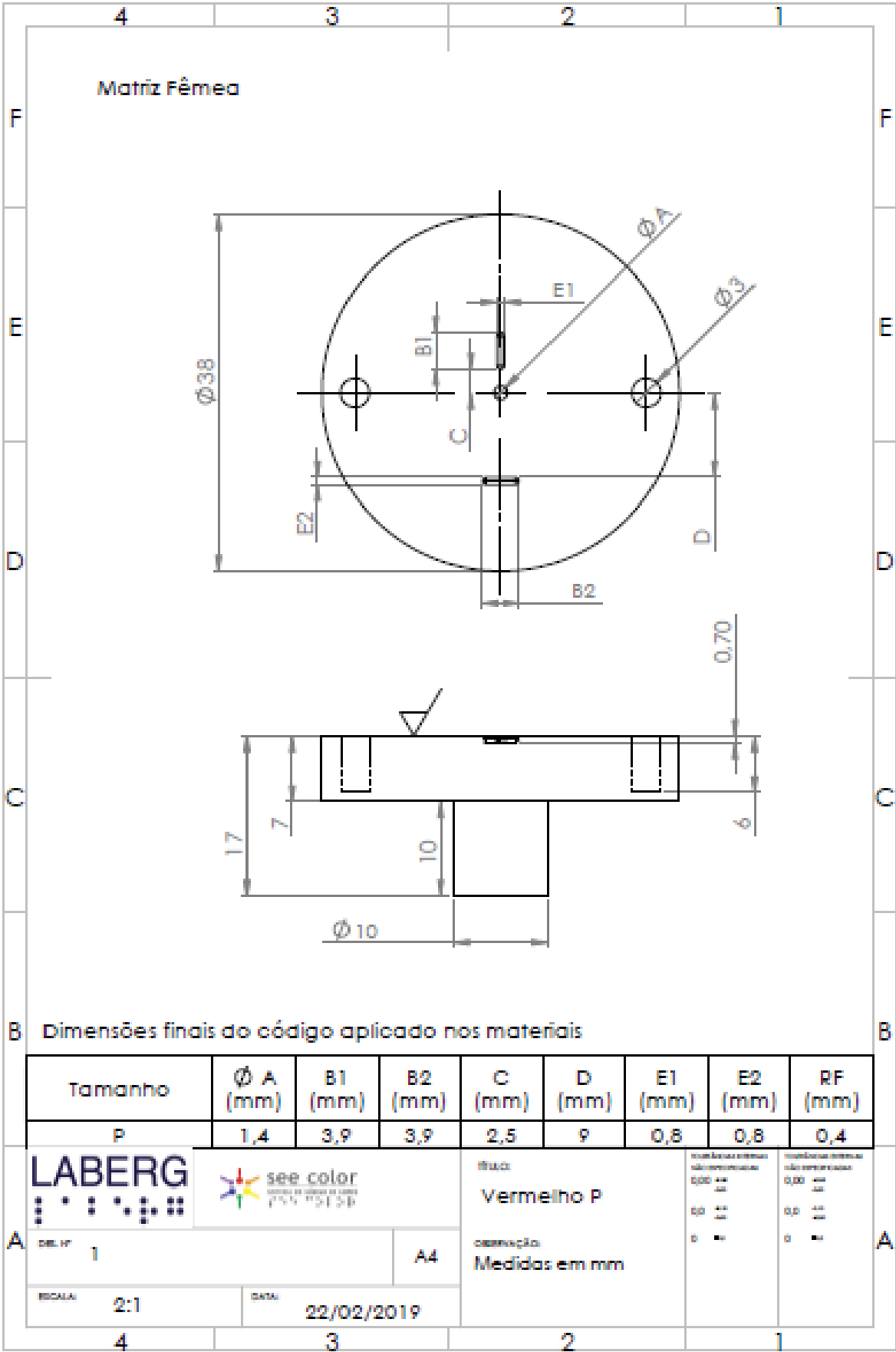
MEDIÇÕES MATRIZES						Medidas em mm					
Amarelo Fêmea (M)											
Elementos	1	2	3	4	5	Média	Min.	Média	Máx.	nominal	NBR 2768
A	1,81	1,79	1,79	1,79	1,78	1,79	1,75	1,79	1,85	1,8	0,05
B1	4,50	4,53	4,52	4,51	4,52	4,52	4,45	4,52	4,55	4,5	0,05
E1	1,03	1,03	1,02	1,03	1,04	1,03	0,95	1,03	1,05	1,0	0,05
C	2,52	2,60	2,61	2,60	2,61	2,59	2,55	2,59	2,65	2,6	0,05
D	9,43	9,39	9,40	9,40	9,39	9,40	9,30	9,40	9,50	9,4	0,1
B2	4,50	4,50	4,51	4,51	4,51	4,51	4,45	4,51	4,55	4,5	0,05
E2	1,04	1,03	1,03	1,03	1,01	1,03	0,95	1,03	1,05	1,0	0,05
E	0,92	0,93	0,93	0,93	0,92	0,93	0,95	0,93	1,05	1,0	0,05
E'	0,92	0,94	0,93	0,92	0,92	0,93	0,95	0,93	1,05	1,0	0,05
E''	0,94	0,95	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,94	1,05	1,0	0,05

MEDIÇÕES MATRIZES						Medidas em mm					
Amarelo Macho (M)											
	1	2	3	4	5	Média	Min.	Média	Máx.	Nominal	NBR 2768
A	1,54	1,53	1,53	1,56	1,57	1,55	1,45	1,55	1,55	1,5	0,05
B1	4,13	4,13	4,15	4,10	4,13	4,13	4,15	4,13	4,25	4,2	0,05
E1	0,75	0,74	0,71	0,67	0,72	0,72	0,65	0,72	0,75	0,7	0,05
C	2,82	2,71	2,75	2,74	2,74	2,75	2,70	2,75	2,80	2,75	0,05
D	9,57	9,59	9,57	9,56	9,57	9,57	9,45	9,57	9,65	9,55	0,1
B2	4,12	4,09	4,13	4,12	4,12	4,12	4,15	4,12	4,25	4,2	0,05
E2	0,77	0,78	0,73	0,77	0,76	0,76	0,65	0,76	0,75	0,7	0,05
E	0,75	0,74	0,75	0,74	0,75	0,75	0,65	0,75	0,75	0,7	0,05
E'	0,72	0,72	0,74	0,73	0,72	0,73	0,65	0,73	0,75	0,7	0,05
E''	0,76	0,75	0,76	0,75	0,75	0,75	0,65	0,75	0,75	0,7	0,05

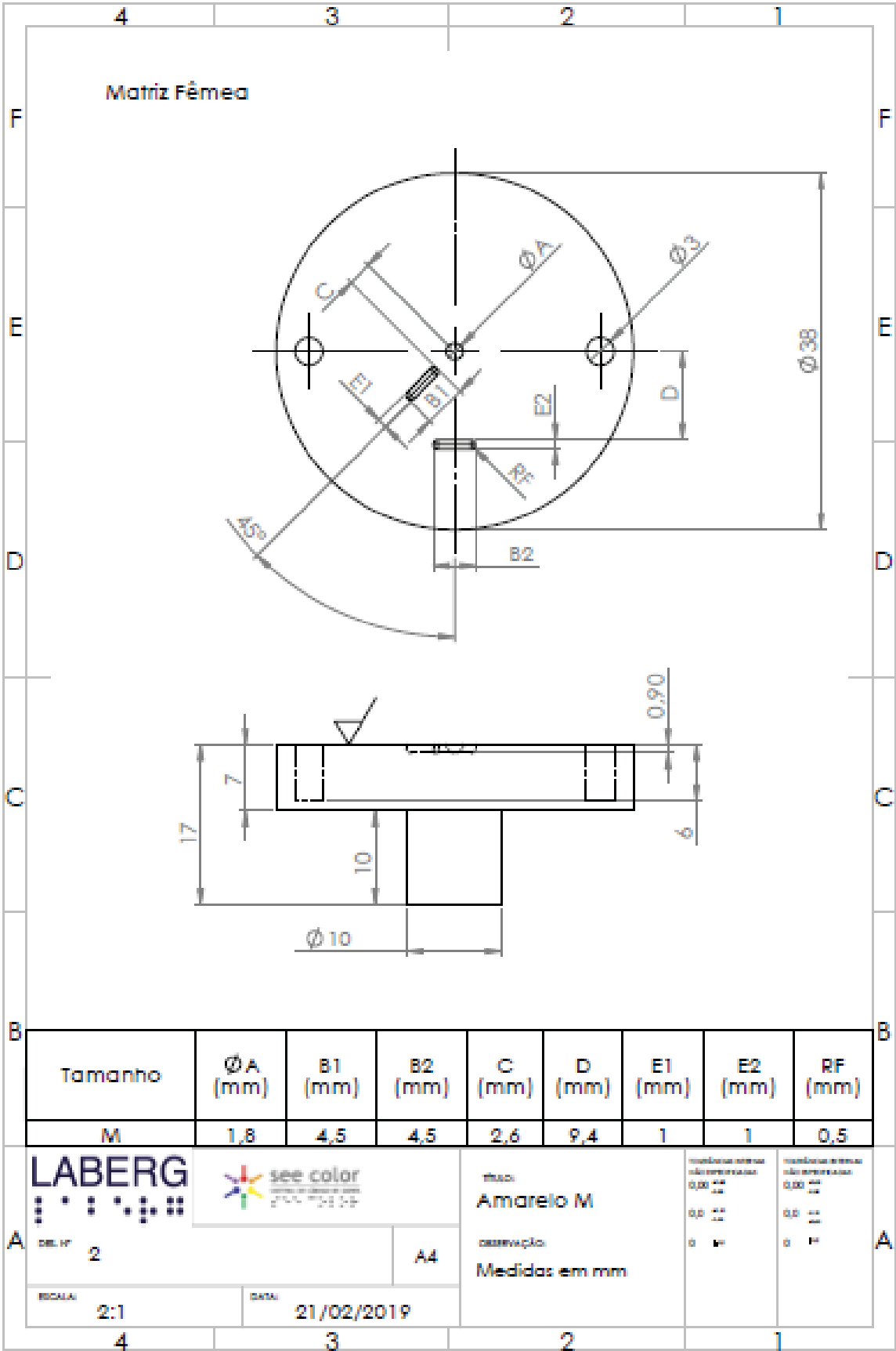
MEDIÇÕES MATRIZES						Medidas em mm					
Branco Fêmea (G)											
Elementos	1	2	3	4	5	Média	Min.	Média	Máx.	Nominal	NBR 2768
A1	2,25	2,22	2,22	2,22	2,23	2,23	2,15	2,23	2,25	2,2	0,05
A2	2,21	2,20	2,19	2,19	2,2	2,20	2,15	2,20	2,25	2,2	0,05
B1	4,89	4,88	4,91	4,91	4,89	4,90	4,85	4,90	4,95	4,9	0,05
E1	1,21	1,20	1,22	1,23	1,23	1,22	1,15	1,22	1,25	1,2	0,05
C1	2,71	2,73	2,80	2,70	2,7	2,73	2,65	2,73	2,75	2,7	0,05
C2	2,69	2,70	2,69	2,68	2,65	2,68	2,65	2,68	2,75	2,7	0,05
D	9,80	9,80	9,82	9,80	9,79	9,80	9,70	9,80	9,90	9,8	0,1
B2	4,84	4,85	4,85	4,85	4,87	4,85	4,85	4,85	4,95	4,9	0,05
E2	1,23	1,21	1,20	1,20	1,23	1,21	1,15	1,21	1,25	1,2	0,05
E	1,09	1,08	1,08	1,09	1,08	1,08	1,15	1,08	1,25	1,2	0,05
E'	1,09	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,15	1,09	1,25	1,2	0,05

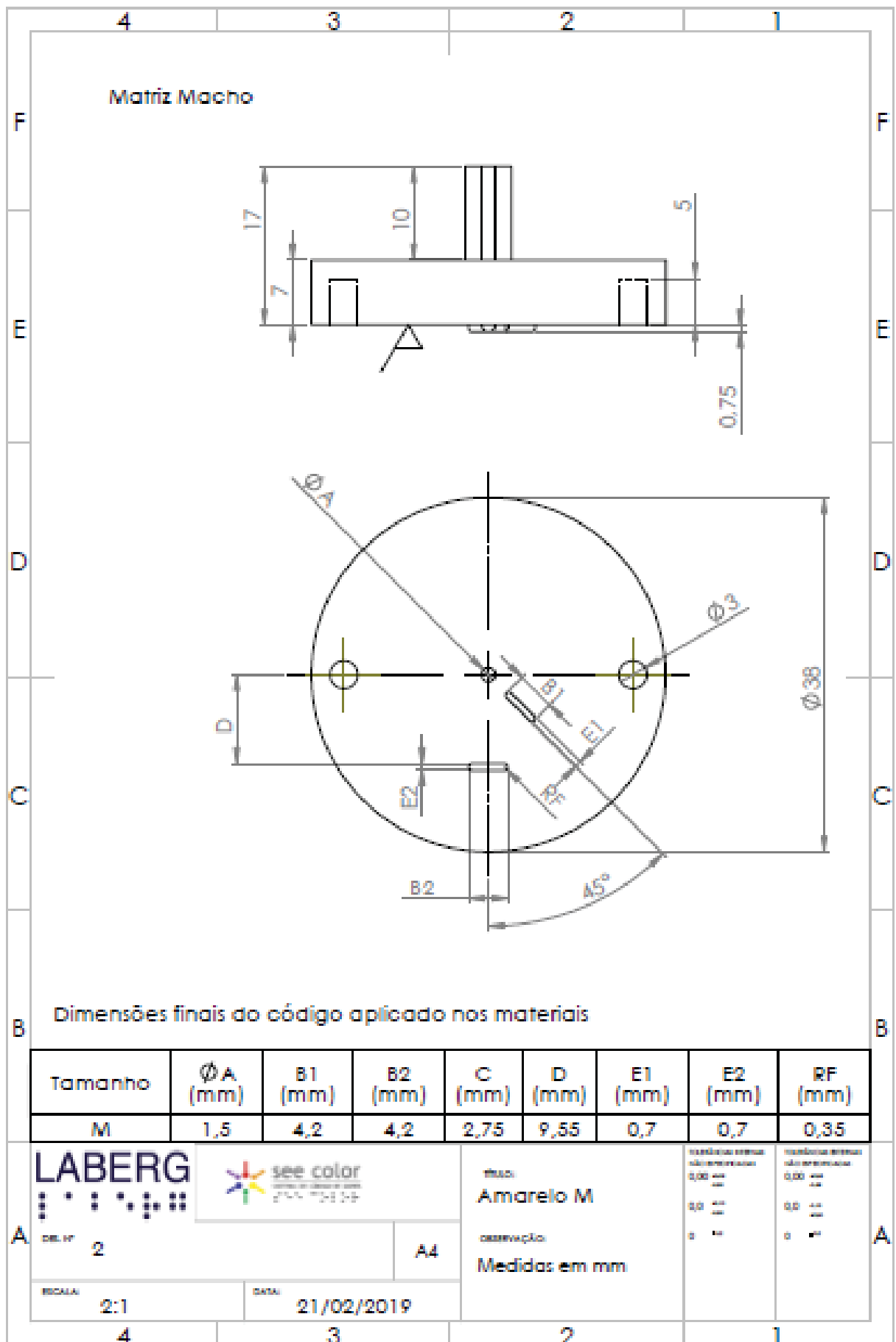
MEDIÇÕES MATRIZES						Medidas em mm					
Branco Macho (G)											
Elementos	1	2	3	4	5	Média	Mín	Nom.	Máx	Nominal	NBR 2768
A1	1,90	1,89	1,87	1,84	1,90	1,88	1,85	1,88	1,95	1,9	0,05
A2	2,04	1,99	1,97	1,99	2,00	2,00	1,85	2,00	1,95	1,9	0,05
B1	4,62	4,61	4,57	4,56	4,60	4,59	4,55	4,59	4,65	4,6	0,05
E1	0,83	0,82	0,81	0,81	0,81	0,82	0,85	0,82	0,95	0,9	0,05
C1	2,83	2,83	2,85	2,82	2,82	2,83	2,80	2,83	2,90	2,85	0,05
C2	2,85	2,84	2,88	2,83	2,86	2,85	2,80	2,85	2,90	2,85	0,05
D	9,67	9,73	9,73	9,72	9,71	9,71	9,85	9,71	10,05	9,95	0,1
B2	4,59	4,61	4,62	4,56	4,56	4,59	4,55	4,59	4,65	4,6	0,05
E2	1,00	0,99	1,05	1,02	1,00	1,01	0,85	1,01	0,95	0,9	0,05
E	0,93	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,85	0,92	0,95	0,9	0,05
E'	0,92	0,92	0,93	0,92	0,92	0,92	0,85	0,92	0,95	0,9	0,05

APÊNDICE 2 – DESENHOS TÉCNICOS MATRIZ VERMELHO P

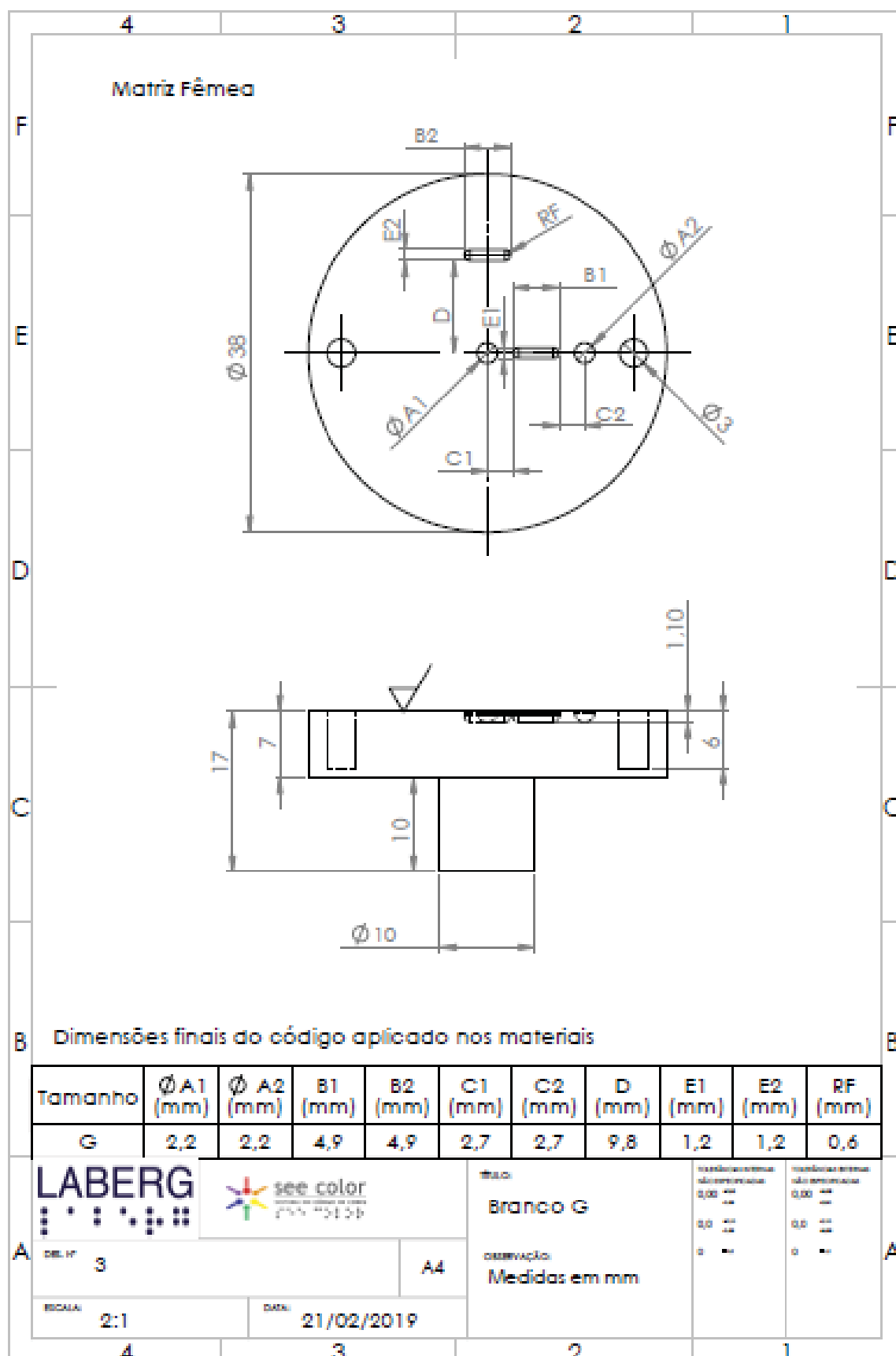


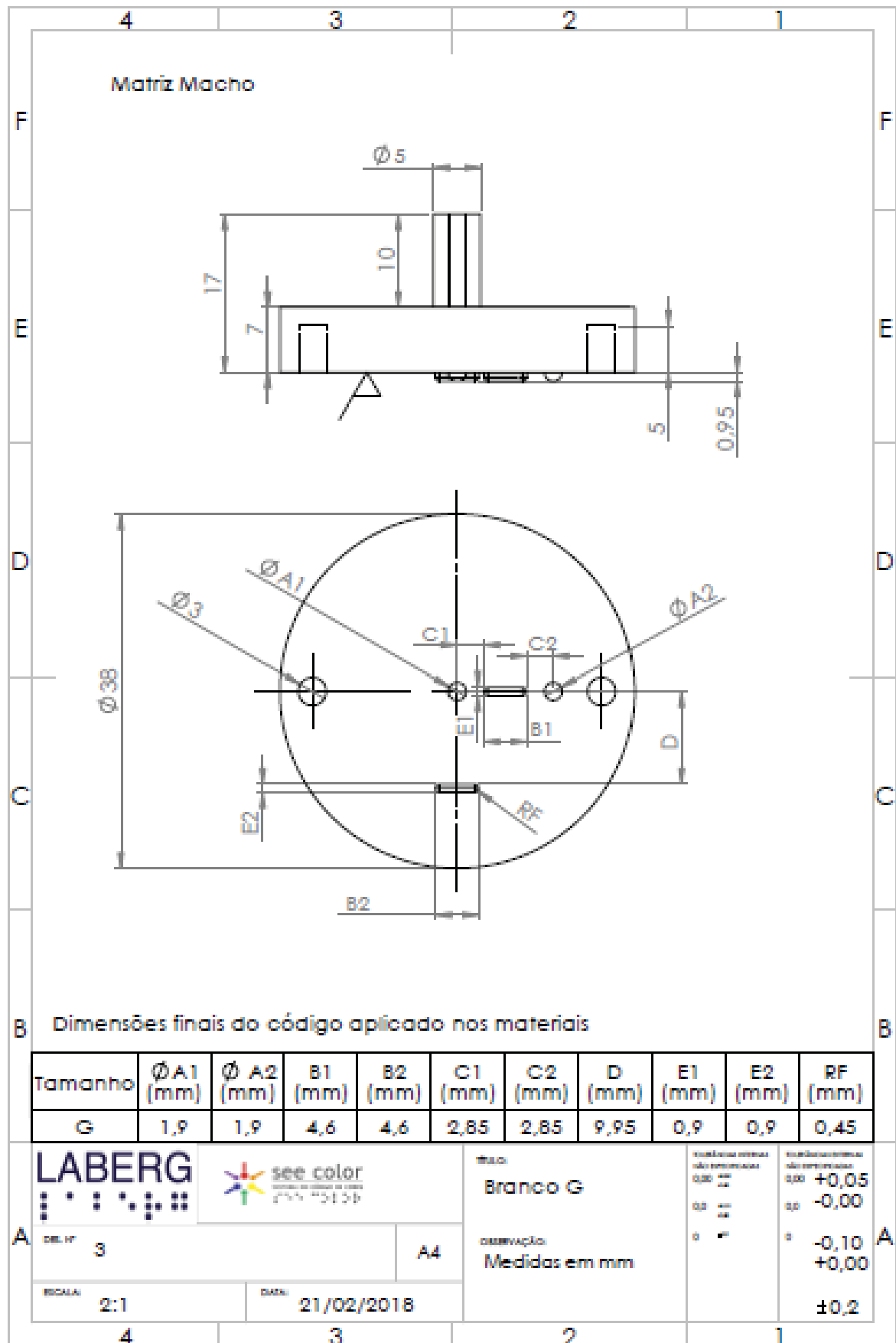
APÊNDICE 3 – DESENHOS TÉCNICOS MATRIZ AMARELO M





APÊNDICE 4 – DESENHOS TÉCNICOS MATRIZ BRANCO G





APÊNDICE 5 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



Ministério da Educação - Universidade Federal do Paraná – Campus III – Centro Politécnico | Setor de Tecnologia – Depto. de Engenharia Mecânica - Mestrado em Engenharia Mecânica | TME7020 – Ergonomia aplicada ao projeto de produto - Prof. Dra. Maria Lúcia Okimoto.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Nós, Gisele Yumi Arabori Ribeiro, Isabel Soares e Maria Lilian Araújo Barbosa pesquisadoras da Universidade Federal do Paraná, estamos lhe convidando a participar do um estudo de tecnologia assistiva afim de configurar um material de apoio para o Programa de Pós-Graduação em Design e Engenharia Mecânica, para o estudo sobre informação tátil de embalagem. O estudo constará de duas etapas: a primeira etapa será realizada uma observação assistida no manuseio de embalagens com gravação de imagens e acompanhamento da realização da tarefa. A segunda etapa, a pesquisadora, Mestranda em engenharia de produto, Maria Lílían de Araújo Barbosa, fará uma entrevista e um questionário participativo com os usuários cegos, os quais poderão ter acesso a esses documentos de forma adaptada em braile, caso o participante desejar. A responsável por este estudo poderá ser contatada pelo telefone xxxxxxxxx e e-mail maria.lilian@ufpr.br para esclarecer eventuais dúvidas que os entrevistados possam ter e fornecer-lhe as informações antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

a) A sua participação neste estudo é voluntária e você poderá desistir a qualquer momento e solicitar a cópia do termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

b) As informações relacionadas ao estudo poderão ser divulgadas em relatório ou publicação, entretanto isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e seja mantida a confidencialidade. Não aparecerá seu nome, e sim um nome fictício ou código. A entrevista será gravada, respeitando completamente o seu anonimato. Tão logo transcrita a entrevista e encerrada a pesquisa o conteúdo será apagado ou destruído.

c) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas apenas por pessoas autorizadas do programa PPG Design e PPGMec, orientadora da pesquisa, como a professora Dra. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto.

d) As despesas necessárias para a realização da pesquisa, não são de sua responsabilidade e sua participação no estudo é voluntária e não remunerada.

e) Este Termo é parte integrante da pesquisa registrada na plataforma Brasil conforme parecer consubstanciado do CEP, sob registro CAAE 65423517.1.0000.0102.

Rubricas.

Participante da pesquisa e/ ou responsável legal.


Gisele Yumi Arabori Ribeiro - Pesquisadora responsável

Isabel Gebauer Soares - Pesquisadora responsável

Maria Lilian Araújo Barbosa - Pesquisadora responsável

Orientadora: Dra. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto.

APÊNDICE 6 – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP)

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP)	PADRÃO Nº 01 EMBOSsing	CRIAÇÃO: 29/03/2019
NOME DA TAREFA: Verificação ponto ideal de carga em kgf nas amostras de metal, pvc, papel cartão.			REVISÃO EM: Nº DE REVISÃO: R01
RECURSOS NECESSÁRIOS			
INSTRUMENTOS	QUANT	MATERIAIS	QUANT
Dinamômetro digital portátil Modelo DD-300 com célula de carga		Amostras em lâmina formato circular em Metal. Diâmetro: 25mm	
Prensa Manual Cárdenas – Modelo Balancim 100 com sistema catraca de regulagem no cabo.		Amostras em lâmina formato circular em Papel Cartão. Diâmetro: 25mm	
Matriz Macho e fêmea cor branca tamanho G		Amostras em lâmina formato circular em PVC Diâmetro: 25mm	
Matriz Macho e fêmea cor amarela tamanho M			
Matriz Macho e fêmea cor vermelha tamanho P			
Calço em PLA			
PASSOS CRÍTICOS			
	Separar todos os equipamentos, acessórios, matrizes, amostras, caneta e papel para anotações.		
	Verificar a fixação do balancim, se está firme e estável.		
	Conectar a célula de carga no dinamômetro, selecionar a unidade de medida em Kgf, ligar, verificar no display se ligou. Zerar o display e desligar.		
	Limpar as matrizes com um pano seco que não solte fibras. Organizar as matrizes na sequência do uso.		
	Acoplar a matriz no balancim, colocar o calço de PLA, inserir a célula de carga e ligar o dinamômetro.		
	Inserir a amostra do material entre as matrizes macho e fêmea e acionar o cabo lateral do balancim, verificando o valor informado em Kgf, no display do dinamômetro. Anotar o valor.		
	Retirar a célula de carga do balancim, o calço em PLA, e retirar a amostra com o embossing.		
	Avaliar visualmente a amostra, verificando se houve rompimento ou deformação percebida visualmente de algum elemento do see color, de acordo com o resultado, separar para uso ou descarte.		
	Repetir o procedimento para cada amostra.		
MANUSEIO DO MATERIAL			
	Após cada aplicação, selecionar visualmente as amostras boas e descartar as que tiveram rompimento m algum elemento do see color.		
	Selecionar visualmente, 5 amostras boas, de cada material e cor, com maiores relevos, para a fase de aferição do dimensional do see color em instrumentos específicos.		
	Numerar e Guardar as amostras selecionadas, separadas pelo tipo de material e pelo tamanho do see color para os procedimentos de medição.		
	Após a conclusão da tarefa, limpar cuidadosamente todos os instrumentos utilizados, acondicionar em suas devidas embalagens e guardar em ambiente adequado, livre de umidade e protegido de luz solar.		
RESULTADOS ESPERADOS			
Boa conformação, percebida visualmente, sem rompimento dos elementos do see color nas diferentes amostras de material.			
AÇÕES CORRETIVAS			
A cada aplicação verificar o valor informado em kgf, no display do dinamômetro e anotar. Se houver rompimento ou deformação percebida visualmente de algum elemento do see color, a amostra deve ser descartada. Diminuir a força aplicada na alavanca na próxima aplicação, até encontrar a força ideal para cada amostra de material.			

ANEXO 1 – FICHA TÉCNICA CHAPA DE PVC EXPANDIDO



CHAPA DE PVC EXPANDIDO IMPORTADA		
Propriedades		
Item	Unidade	Resultado de Teste
Densidade	g/cm ³	≤ 0.9
Resistência à Tração	Mpa	12 - 18
Resistência à Impacto	KJ/m ²	08 - 15
Alongamento à Ruptura	%	15 - 20
Nível de Dureza	D	45 - 50
Absorção de Água	%	≤ 1.0
Ponto de Fusão	°C	73 - 76
Propriedade Anti-Chamas	Auto extingüível menos de 5 segundos longe do fogo	
Tamanho	1220 x 2440 mm 1560 x 3050 mm <i>O comprimento pode ser alterado de acordo com o pedido do cliente</i>	
Espessura	1 - 20 mm	
Cor	Branco Cinza Vermelho Amarelo Verde Azul Preto etc	

OBS: A versão original pode ser baixada no site do fabricante.

Disponível em: <https://www.serilon.com.br/rigidos/produtos/>

ANEXO 2 – FICHA TÉCNICA CHAPA ALUMÍNIO LIGA 1100 / H14

Ficha Técnica

Alumínio Liga 1100

A Liga 1100 não é tratável termicamente, no entanto, suas características de resistência mecânica podem ser alteradas através do trabalho mecânico a frio. Trabalho esse denominado "encruamento" - obtido pelos processos de relaminação e recozimento. A Liga 1100 é um Alumínio não ligado de pureza mínima de 99,0% (conforme ABNT e ASTM).

Têmpera

Combina processos de relaminação e recozimento em atmosfera controlada para alcançar todas as têmperas, padrões e intermediárias, estabelecidas em pedido e normas técnicas:

PROPRIEDADES MECÂNICAS

NOMINAL	Limite de Resistência	
	Mínimo	Máximo
O	75	105
H 12	95	130
H 14	110	130
H 16	130	145
H 18	150	-

Alumínio 1100 Norma ASTM B 209

PROPRIEDADES FÍSICAS

Peso Específico	2,71 g/cm ³
Condutibilidade Térmica	0,53 Cal.cm/cm ² .s°C (25°C)
Condutibilidade Elétrica	62% IACS (20°C)
Ponto de Fusão	660°C
Módulo de Elasticidade	7030 Kg/mm ²
Coefficiente de Dilatação	23 x 10 ⁻⁶ °C (20 - 100°C)

OBS: A versão original pode ser baixada no site do fabricante.

Disponível em: <http://www.qualinox.com.br/ficha-tecnica-aluminio.htm>

ANEXO 3 – FICHA TÉCNICA PAPEL CARTÃO 250gr

IBEMA SUPERA

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS

Typical Values | Características Principales

Cartão Duplo Revestimento, Alta Espessura, Verso Creme, Sem Alvejante ótico
 Double Coating Cartonboard, High Thickness, Cream Back, OBA (Optical Brightener Agent) Free
 Cartulina Doble Revestimiento, Alta Espesura, Dorse Crema, Sin Blanqueador Óptico

FBB GC2 - coated FBB, Cream Back

UNIDADE Medida Dimensão	ESPESSURA Thickness Espesor		GRAMATURA Grammage Gramaje	RIGIDEZ L Stiffness MD	RIGIDEZ T Stiffness CD
	mm	pol/inch		Mínimo Mínimo Mínimo	Mínimo Mínimo Mínimo
6,6	342	13,5	200	7,40	3,80
6,6	366	14,4	215	9,20	4,70
7,6	420	16,5	240	12,90	6,60



Certified for
HP Indigo

ibema supera

CORR CAPA | Cover | Caps - ISO 536: 30 a 40 gH₂O/m²

CORR VERSO | Back | Reverse - ISO 536: 30 a 100 gH₂O/m²

* O valor nominal de rigidez é 17,6% acima do mínimo

* The stated stiffness value is 17.6% above minimum. | * El valor nominal de rigidez es de 17,6% por encima del mínimo

1. Condição de teste (Tinting condition) | Condição de teste T 22 a 50C - B5, H e E5

2. Absorção (Sampling) | Método ISO 536

3. Exatidão da determinação da absorção: a leitura obtida em um único teste não pode ser utilizada para confirmação ou validade sobre.

Atenção: resultados obtidos em um único teste não podem ser utilizados para fins legais.

4. 100% dos valores resultantes devem estar acima do valor mínimo estabelecido.

100% of all test result values must be above the minimum value.

100% de todos los valores resultantes deben estar por sobre el valor mínimo establecido.

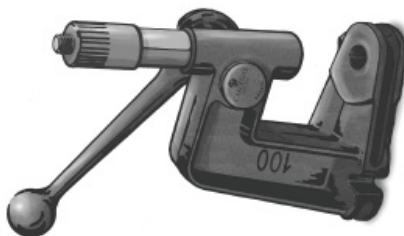
Imprima aqui | Imprime aquí | Imprimi aquí | Imprimi aquí



OBS: A versão original pode ser baixada no site do fabricante.

Disponível em: <http://www.ibema.com.br/produtos-ibema>

ANEXO 4 – MANUAL BALANCIM



BALANCIM 100

Máquina para fixação e forração
Máquina para la fijación y revestimiento
Attaching and covering hand machine



MANUFATURA DE BOTÕES CARDENAS LTDA.
Rua Madre de Deus, 1271 | Moca
03119.001 | São Paulo | SP | Brasil
CNPJ 61.581.088/0001-77
www.cardenas.com.br | vendas@cardenas.com.br
+55 (11) 7801.2955

Indústria Brasileira/Hecho en Brasil/Made in Brazil

VANTAGENS DE ADQUIRIR PRODUTOS CARDENAS®

- Constantes inovações
- Exportado para vários países
- Tradição e liderança desde 1957
- Suporte técnico
- Serviços de atendimento ao cliente
- Garantia de qualidade e preço de peças
- Melhor relação custo x benefício
- Qualidade comprovada mediante testes constantes de resistência e desgastes

A mais completa linha de: botões e fivelas para forrar, máquinas e matrizes.

Botões para: Confecção, Estampado, Colados, Bonés, Decorativo, Bolais e cintos, Artesanato e Artigos Promocionais.

- Bombé
- Furado Alumínio
- Decorativo
- Para remachar
- Quadrado
- Boné
- Para remachar
- Flanelado

Fivelas para: Confecção, Calçados e Bolais.

Peças para: Máquinas e Matrizes.

Máquinas: Manuais e Pneumáticas.

Matrizes: Manuais e Semi-Automáticas.

VENTAJAS DE ADQUIRIR PRODUCTOS CARDENAS®

- Inovações constantes - Tradición y liderazgo desde 1957
- Soporte técnico - Atendimento ao cliente para dúvidas e soluções
- Garantia en el cambio de piezas - Melhor relação custo y beneficio
- Calidad comprobada a través de tests de resistencia y desgastes.

La más completa línea de: botones y hebillas para forrar, máquinas y matrizes.

Botones para: Confecção, Estampado, Colados, Bonés, Decorativo, Bolais e cintos, Artesanato e Artigos Promocionais.

- Bombé
- Furado Alumínio
- Decorativo
- Para remachar
- Quadrado
- Boné
- Para remachar
- Flanelado

Fivelas para: Confecção, Calçados e Bolais.

Peças para: Máquinas e Matrizes.

Máquinas: Manuais e Pneumáticas.

Matrizes: Manuais e Semi-Automáticas.

ADVANTAGES OF BUYING CARDENAS®

- Innovation - Tradition and leadership since 1957 - Technical support and Customer service
- Guarantee - Best cost-benefit - Quality assurance

The most complete range of: covering buttons and buckles, machines and dies.

Buttons for: Garment, Upholstery, Caps, Shoes, Hand Bags and Promotional.

- Bombé
- Furado Alumínio
- Decorativo
- Para remachar
- Quadrado
- Boné
- Para remachar
- Flanelado

Fivelas para: Garment, Shoes and Hand Bags.

Peças para: Máquinas e Matrizes.

Máquinas: Manuais e Pneumáticas.

Matrizes: Manuais e Semi-Automáticas.

OBS: A versão original pode ser baixada no site do fabricante.

Disponível em:

http://www.cardenas.com.br/assets/img/maquinas/pdf/balancim_100.pdf

ANEXO 5 – MANUAL DINAMÔMETRO

Accessórios

Fornecido:

- Estojo para transporte
- Sensor (célula de carga) com 2 ganchos
- 2 metros de cabo
- Manual de instruções

Opcionais:

- Cabo RS-232 mod. CRS-10
- Conversor USB mod. CRS-80
- Software mod. SW-001 para aquisição de dados
- Adaptador 9VDC 100 / 220V mod. AC-100
- Certificado de calibração

Termos de Garantia

O instrumento será, como todos os acessórios que o acompanham, fornecido com garantia individualmente apurada e impressões individualmente pelo nosso critério de qualidade, para maior segurança e garantia do seu perfeito funcionamento.

Este aparelho é garantido contra possíveis defeitos de fabricação ou danos, que se verifiquem por uso normal do equipamento, no período de 12 meses a partir da data de compra.

A garantia não abrange: quedas, pulso, impactos e acessórios como pontas de prova, bobas de transporte, sensores, etc.

Exclusão de garantia em seguintes casos:

- 1) Uso incorreto, contendo-se as instruções;
- 2) Violação do aparelho por terceiros não autorizados;
- 3) Queda e exposição a ambientes inadequados.

Observações:

- Ao enviar o equipamento para assistência técnica e o mesmo possuir certificado de calibração, deve ser encaminhado com este junto com o equipamento, autorizando a abertura do mesmo pela assistência técnica da Instrutherm.
- Caso a empresa possua Instrução Fiscal, esta deve ser encaminhada com este fiscal de simples retensão do equipamento para fins de liberação.
- No caso de pessoa física ou jurídica possuindo Inmetro de Instrução Fiscal, esta deve ser encaminhada com este documento nas condições e informando que os equipamentos foram encaminhados a fim de avaliação de manutenção ou resultado de certificado de calibração.
- Ao receber qualquer instrução técnica sobre este equipamento, ler e seguir as instruções e o manual de uso fornecido pelo fabricante, sob pena de anulação da garantia.
- Todos os danos do tipo (danos ou furações) durante o período de garantia e danos ocorrem por uso incorreto.

O manual pode sofrer alterações sem prévio aviso.

VENDAS, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E SUPORTE TÉCNICO

Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda.
Rua Jorge de Faria, 364 - Freguesia do Ó
São Paulo - SP - CEP: 02911-030
Vendedor: (11) 2144-2800 - Fax: (11) 2144-2801
E-mail: instrutherm@instrutherm.com.br
Site: www.instrutherm.com.br
SAC: sac@instrutherm.com.br

20/08/2015

INSTRUTHERM
Honestidade, competência e leveza sempre o seu lado

MANUAL DE INSTRUÇÕES



DINAMÔMETRO DIGITAL PORTÁTIL MODELO DD-300

1. Características

- Display de cristal líquido com iluminação
- Capacidade de medir compressão e tensão
- Até 100Kg, ampla capacidade, alta resolução, alta precisão
- 3 unidades de medição: Kg/LB/Newton
- Sensor suspendido
- O botão Peak Hold (carga máxima) pode ser pressionado durante a medição de compressão e tensão
- Botão Zero pode ser operado em medições normais e em operação "Peak hold"
- Controle de (barras) zero de capacidade máxima
- Botão de tempo de resposta Fast/Slow (Rápido/Lento)
- Seleção de direção de exibição reversa ou positiva
- Baixo consumo de energia
- Indicador de bateria fraca
- Circuito microprocessador e transdutor de célula de carga exclusivo
- Interface serial RS-232
- Alimentado por 6 pilhas 1,5V AA ou adaptador 9V (opcional)

2. Especificações

- Display de cristal líquido (LCD) de 5 dígitos, com iluminação
- Direção de exibição: Positiva ou reversa, botão de seleção no painel frontal
- Função: Tensão e compressão (Push & Pull) / Força normal (normal force), Peak Hold (carga máxima)
- Zero: Pode ser utilizado em ambos modos de operação Normal Force ou Peak Hold
- Seleção de unidade kg/LB/Newton
- Capacidade de medição: 100Kg/220 LB/980 Newton
- Resolução: 0,05Kg/0,05 LB/1,2 Newton
- Exibição mínima: 0,15Kg/0,35 LB/1,4 Newton
- Precisão: $\pm (0,5\% + 2 \text{ dígitos})$, dentro de 23 a 5°C, dentro da escala de 10 a 100Kg
- Tempo de atualização: FAST (Rápido) aprox. 0,2 seg. SLOW (Lento) aprox. 0,6 seg.
- Indicador de sobre escala: "—" é exibido quando o instrumento se encontra em status de sobre escala

1

Teste de força de adesão de etiquetas e rótulos.

Medição de carga em papéis espessos.

Medição de torque, tensão em correntes (por deflexão), fricção de deslizamento, etc., em equipamentos periféricos de computador.

Medição de tensões em pinos.

Teste de força necessária no pressionamento de botões e chaves dobradiças.

Plásticos e químicos

Teste de força de vínculo de filme.

Teste de tensão em borrachas, fitas e filamentos.

Medição de firmeza de espuma de poliestireno.

Teste de força de compressão das pílulas (medicina).

Teste de força das películas de adesivos.

Medição de compressão de contornos de cerâmicas.

Teste de vínculo e pressão em máquinas de processos.

Maquinário e fábrica

Teste de carga em impressão de fio.

Teste de força para abrir portas de cabines.

Teste de tensão em corrente de roda motriz.

Teste de força de cabo de direção.

Razão de testes das molas num sistema.

Calibrar um redutor do tipo "pendurado" em aparelhos para obter uma relação entre força e deflexão.

Automotivo

Medição de força de rebatores de cinto de segurança.

Medição de pressão para amarrar o limpador de pára-brisa.

Medição de força para agitar até o estado mecânico de ação das chaves.

Medição de força necessária para movimentar ligações e tensões nos cabos.

Medição de força para puxar o registrador de passageiros.

Medição de força de casco de vinil inserido junto ao corpo de molde.

Aviatar esforço físico (porta, retrovisor, capota, porta-luvas, pedal de freio)

Outras indústrias

Medição de depressão do pedal em aeronaves.

Testar dunas de madeira laminada para paredes.

Teste de força do contato de lâminas de pedais de órgãos e pianos.

Teste de força para remover tampas de aeroxedais.

Medição de força para disparar o gatilho em armas de fogo, ferramentas de mão.

Teste de firmeza de lingüetas em embalagens.

6

OBS: A versão original pode ser baixada no site do fabricante.

Disponível em: <https://www.instrutherm.net.br/media/catalog/product/d/d/dd-300.pdf>